



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE  
BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO  
DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA, ZACAPA**

**Erick Romeo Arreaza Galdámez**

Asesorado por la Inga. Sigríd Calderón de León

Guatemala, noviembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE  
BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL  
CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA, ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ERICK ROMEO ARREAZA GALDÁMEZ**  
ASESORADO POR LA INGA. SIGRID CALDERÓN DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zaceña
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA, ZACAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha noviembre de 2010.



---

**Erick Romeo Arreaza Galdámez**



Guatemala, 11 de octubre de 2011.  
REF.EPS.DOC.1333.10.11.

Ingeniera  
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **Erick Romeo Arreaza Galdámez**, Carné No. **200615023** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA ZACAPA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Sigrid Arreaza Calderón de León  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 11 de octubre de 2011.

REF.EPS.D.925.10.11

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente


Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA ZACAPA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Erick Romeo Arreaza Galdámez** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra

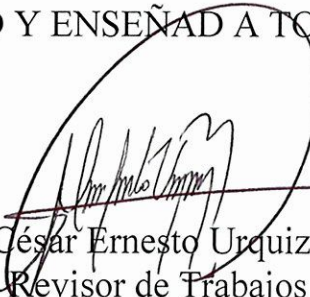




REF.REV.EMI.180.011

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA, ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario **Erick Romeo Arreaza Galdámez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. César Ernesto Urquizú R.  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2011.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA, ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario **Erick Romeo Arreaza Galdámez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquízú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2011.

/mgp





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de *conocer* la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR LA VIDA ÚTIL DEL EQUIPO DE BOMBEO DE POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE ESTANZUELA, ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Erick Romeo Arreaza Galdámez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
DECANO



Guatemala, noviembre de 2011



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por siempre cuidar de mí, por darme sabiduría para poder alcanzar mis metas y proporcionarme capacidad para permitirme alcanzar este triunfo.
- Mis padres** Walter Fernando Arreaza Cabrera y Rosa Angélica Galdámez Cabrera, por darme la oportunidad de ser una mejor persona, su paciencia, comprensión, sacrificio, entrega, esmero y sobre todo por el apoyo incondicional que siempre me han brindado en la vida.
- Mis hermanos** Walter Fernando y Melva Anarossy, por el apoyo que me brindaron y por formar parte del hogar al que pertenezco.
- Mis abuelos** Por su cariño brindado todos estos años a pesar de la distancia.
- Mi familia** Con aprecio y cariño para todos.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

- |                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Dios</b>       | Por darme la vida.   |
| <b>Mis padres</b> | Por todo el esfuerzo realizado para mi superación.   |
| <b>Mis amigos</b> | Por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por apoyarme sea cual fuera la situación, por ayudarme a salir adelante y estar a mi lado en el camino de la vida. |



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	I
GLOSARIO .....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	XI
1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN.....	1
1.1. Descripción de la institución .....	1
1.1.1. Nombre de la institución .....	1
1.1.2. Tipo de institución .....	1
1.1.3. Origen .....	2
1.1.4. Justificación .....	2
1.1.5. Creación .....	2
1.1.6. Visión.....	3
1.1.7. Misión .....	3
1.1.8. Objetivos de la mancomunidad.....	3
1.1.9. Ubicación .....	4
1.1.10. Descripción actual de la mancomunidad de Nororienté .....	5
1.1.10.1. Población.....	5
1.1.10.2. Cultura e identidad.....	5
1.1.10.3. Educación .....	6
1.1.10.4. Seguridad .....	6
1.1.10.5. Economía.....	7
1.1.10.6. Recursos naturales.....	8

1.1.10.7.	Saneamiento ambiental.....	8
1.1.11.	Estructura organizacional.....	9
1.2.	Objetivos estratégicos, programas y proyectos de la mancomunidad de Nororiente .....	12
1.2.1.	Objetivo estratégico del componente social .....	12
1.2.2.	Objetivo estratégico del componente cultural.....	13
1.2.3.	Objetivo estratégico del componente institucional.....	14
1.2.4.	Objetivo estratégico del componente ambiental.....	15
1.2.5.	Objetivo estratégico del componente económico .....	17
2.	FASE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	19
2.1.	Diagnóstico situacional.....	19
2.1.1.	Análisis del estado del equipo de bombeo .....	19
2.1.1.1.	Diagrama causa-efecto .....	19
2.1.1.2.	Tipo de mantenimiento que utilizan actualmente.....	20
2.1.1.3.	Control de mantenimiento que utilizan actualmente.....	22
2.1.1.4.	Control y registro del equipo de bombeo que utilizan actualmente.....	23
2.1.2.	Análisis del área del equipo de bombeo.....	23
2.1.3.	Utilización actual de equipo de protección personal.....	27
2.1.4.	Equipo de bombeo instalado .....	28
2.2.	Propuesta para aumentar la vida útil del equipo de bombeo .....	30
2.2.1.	Equipo de bombeo .....	30
2.2.2.	Programa de mantenimiento .....	39
2.2.2.1.	Puntos básicos que debe conocer y supervisar el personal de operación.....	42



	2.2.2.1.1.	Ajuste del juego axial.....	44
	2.2.2.1.2.	Lubricación .....	47
	2.2.2.2.	Descripción de las actividades para el mantenimiento .....	49
	2.2.2.3.	Herramientas y equipo necesario para el mantenimiento .....	54
	2.2.2.4.	Fichas de control .....	59
	2.2.2.4.1.	Ficha de control de mantenimiento .....	59
	2.2.2.4.2.	Fichas de control de operación y registro de equipo de bombeo .....	61
	2.2.2.5.	Fallas en el equipo y sus posibles causas .....	66
2.2.3.		Seguridad en el área de bombas .....	69
	2.2.3.1.	Seguridad perimetral.....	69
	2.2.3.1.1.	Costos de instalación de seguridad perimetral .....	72
	2.2.3.2.	Equipo de protección personal .....	74
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN .....	77
	3.1.	Aplicación del plan de contingencias .....	77
	3.1.1.	Evaluación actual de las instalaciones del mercado.....	78
	3.1.1.1.	Evaluación de salidas de emergencia....	78
	3.1.1.2.	Evaluación de rutas de evacuación .....	79
	3.1.1.3.	Riesgos encontrados en el mercado municipal.....	80
	3.1.1.4.	Evaluación equipo contra incendio .....	82

3.1.1.5.	Evaluación señalización cromática.....	82
3.1.1.6.	Eventos de incendio ocurridos en el mercado municipal .....	83
3.1.1.7.	Materiales combustibles que presentan riesgo de incendio en el mercado municipal .....	84
3.1.1.7.1.	Riesgo de incendio por fuego tipo A, fuego seco.....	84
3.1.1.7.2.	Riesgo de incendio por fuego tipo B, fuego hidrocarburos .....	85
3.1.1.7.3.	Riesgo de incendio por fuego tipo C, fuegos eléctricos .....	85
3.2.	Descripción del plan de prevención de incendios propuesto.....	86
3.2.1.	Elementos que lo componen .....	86
3.2.2.	Métodos de extinción del fuego.....	87
3.2.2.1.	Eliminación del material combustibles....	87
3.2.2.2.	Enfriamiento .....	88
3.2.2.3.	Eliminación del oxígeno.....	88
3.2.3.	Implementación de la seguridad operativa .....	88
3.2.3.1.	Eliminación de causas de incendios.....	88
3.2.3.2.	Educación de trabajadores con respecto a riesgos .....	89
3.2.4.	Equipo contra incendio .....	90
3.2.4.1.	Extintores.....	90
3.2.4.1.1.	Elección del agente extintor .....	91

	3.2.4.1.2.	Cómo se usa un extintor.....	93
	3.2.4.2.	Hidrantes y mangueras.....	94
	3.2.5.	Rutas de evacuación y salidas de emergencia.....	95
	3.2.6.	Señalización cromática.....	97
	3.2.7.	Plan piloto para evacuación del personal del mercado municipal.....	99
	3.2.7.1.	Variables a controlar.....	101
4.	FASE DE DOCENCIA.....		105
4.1.	Capacitación mercado municipal de Estanzuela, Zacapa.....		105
4.1.1.	Capacitación de los trabajadores en cuanto al uso de equipos.....		105
4.1.2.	Capacitación de la brigada de emergencia.....		107
4.1.3.	Capacitación de los trabajadores en cuanto a señalización cromática.....		108
4.1.4.	Capacitación de los trabajadores en cuanto a técnicas de evacuación.....		111
4.1.5.	Medidas de seguridad en caso de incendio.....		113
4.1.6.	Capacitaciones realizadas en el mercado municipal.....		116
4.2.	Capacitación personal del equipo de bombeo de agua potable.....		127
4.2.1.	Capacitación mantenimiento.....		127
4.2.2.	Capacitación equipo de protección personal.....		129
4.2.3.	Capacitación fichas de control.....		130
CONCLUSIONES.....			135
RECOMENDACIONES.....			137

BIBLIOGRAFÍA..... 139

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1. Ubicación oficinas, mancomunidad de Nororiente .....	4
2. Estructura organizacional de la mancomunidad de Nororiente .....	11
3. Diagrama causa-efecto .....	20
4. Estado actual pozo Escuela de Varones .....	24
5. Estado actual pozo San Francisco, fachada frontal.....	25
6. Estado actual pozo San francisco, fachada lateral .....	25
7. Estado actual pozo 5, fachada frontal .....	26
8. Estado actual Pozo 5, fachada lateral .....	27
9. Conexiones eléctricas equipo de bombeo.....	28
10. Sujeción brazo-traba .....	32
11. Forma atornillada y forma autoliberante .....	33
12. Coeficiente de temperatura de la resistencia del aislamiento (Kt) .....	37
13. Juego axial rodamientos.....	46
14. Método para ajustar el juego axial.....	47
15. Control de trabajo de mantenimiento.....	60
16. Ficha de control diario de operación del equipo .....	62
17. Operación del equipo .....	63
18. Registro motor-bomba.....	65
19. Propuesta pozo Escuela de Varones .....	70
20. Propuesta pozo San Francisco, fachada frontal .....	71
21. Propuesta pozo San Francisco, fachada lateral .....	71
22. Propuesta pozo 5, fachada frontal.....	72
23. Propuesta Pozo 5, fachada lateral.....	72

24.	Edificio mercado municipal de Estanzuela .....	77
25.	Puertas de acceso mercado municipal .....	79
26.	Evaluación rutas de evacuación.....	80
27.	Ubicación Bomberos Voluntarios .....	82
28.	Señalización actual del mercado.....	83
29.	Rutas de evacuación y salidas de emergencia .....	96
30.	Señalización cromática .....	98
31.	Cuadro de simbología de la señalización cromática .....	99
32.	Capacitación mercado municipal .....	117
33.	Trifoliar programa de prevención de incendios, página 1.....	118
34.	Trifoliar programa de prevención de incendios, página 2.....	119
35.	Capacitación rutas y salidas de emergencia.....	120
36.	Capacitación rutas y salidas de emergencia.....	121
37.	Trifoliar conceptos básicos del plan contra incendio, página 1 .....	122
38.	Trifoliar conceptos básicos del plan contra incendio, página 2 .....	123
39.	Trifoliar medidas de seguridad en caso de incendio, página 1 .....	125
40.	Trifoliar medidas de seguridad en caso de incendio, página 2 .....	126
41.	Entrega de trifoliales .....	127
42.	Capacitación sobre mantenimiento del equipo.....	128
43.	Capacitación mantenimiento del equipo .....	129
44.	Capacitación fichas de control del equipo.....	130
45.	Capacitación .....	131
46.	Trifoliar programa de mantenimiento, página 1.....	132
47.	Trifoliar programa de mantenimiento, página 2.....	133

## **TABLAS**

I.	Programas y proyectos estratégicos del componente social .....	13
II.	Programas y proyectos estratégicos del componente cultural .....	14

III.	Programas y proyectos estratégicos del componente institucional .....	15
IV.	Programas y proyectos estratégicos del componente ambiental .....	16
V.	Programas y proyectos estratégicos del componente económico.....	18
VI.	Gastos bombas de agua potable en pozo Escuela de Varones .....	21
VII.	Gastos bombas de agua potable en pozo San Francisco .....	21
VIII.	Gastos bombas de agua potable en pozo 5 .....	22
IX.	Especificaciones equipo de bombeo .....	28
X.	Equipos instalados en cada pozo .....	29
XI.	Tensión nominal y de prueba .....	36
XII.	Razón de absorción dieléctrica.....	38
XIII.	Aceites recomendados por <i>US Motors</i> y sus viscosidades .....	48
XIV.	Especificaciones de aceite aprobados por <i>US Motors</i> .....	49
XV.	Descripción de actividades para el mantenimiento.....	50
XVI.	Programación mantenimiento.....	53
XVII.	Herramientas y equipo para el mantenimiento .....	54
XVIII.	Costos seguridad perimetral pozo Escuela de Varones .....	73
XIX.	Costos seguridad perimetral pozo San Francisco .....	73
XX.	Costos seguridad perimetral pozo 5 .....	74
XXI.	Análisis de riesgos.....	81
XXII.	Riesgos de fuego tipo A .....	84
XXIII.	Riesgos de fuego tipo B .....	85
XXIV.	Riesgos de fuego tipo C .....	86
XXV.	Partes del extintor.....	91
XXVI.	Elección del agente extintor respecto a la clase de fuego.....	92
XXVII.	Pasos para usar el extintor .....	93
XXVIII.	Pasos a seguir para evacuar el mercado .....	100
XXIX.	Funciones principales de la brigada de emergencia.....	106
XXX.	Significado de los colores de seguridad .....	110
XXXI.	Colores de contraste .....	110

XXXII. Formas geométricas ..... 111



## GLOSARIO

<b>Carcasa</b>	Caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.
<b>Equipo de Izaje</b>	Es todo dispositivo que permite elevar o bajar una carga, previamente calculada, en forma segura y controlada.
<b>Indicador de carátula</b>	Instrumento de medición con un punto de contacto conectado a un husillo y engranes, el cual mueve una aguja en la carátula. Los indicadores de carátula tienen graduaciones para leer diferentes valores de medición.
<b>Megóhmetro</b>	Es un instrumento que se utiliza para la medición del aislamiento eléctrico en alta tensión.
<b>Prensaestopas</b>	Tienen la función principal de proteger la bomba contra fugas en el punto en que el árbol sale de la carcasa de la bomba.
<b>Tensión nominal</b>	Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.



## **RESUMEN**

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el casco urbano del municipio de Estandzuela, Zacapa, el cual tiene como objetivo fundamental, proporcionar soluciones en respuesta a las necesidades reales de la población.

La vida útil de los equipos de bombeo que abastecen de agua potable a la población es de muy corta duración, ya que no se le realiza ningún tipo de mantenimiento y se encuentran descuidados; por lo cual se plantea un programa de mantenimiento, aumentando así su vida útil; utilizando fichas de control para tener registros de los equipos y la seguridad perimetral necesaria para protegerlos.

La segunda etapa del presente trabajo, consiste en una propuesta de un plan contra incendio en el mercado municipal, el cual se plantea con el fin de prevenir un incendio y con esto el edificio dure su vida útil de construcción; realizando así un plan piloto para evacuar al personal, la implementación de la seguridad operativa, rutas de evacuación, salidas de emergencia, equipo contra incendio y señalización cromática.

La tercera etapa consiste en capacitación al personal involucrado en el mantenimiento del equipo de bombeo y al personal del mercado municipal.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar un programa de mantenimiento para aumentar la vida útil del equipo de bombeo, reduciendo así la probabilidad de falla y suspensión del servicio de agua potable a la comunidad y disminuir los riesgos laborales en el área de bombas; en conjunto con la realización de un plan contra incendio en el mercado municipal de Estanzuela, Zacapa.

### **Específicos**

1. Determinar las condiciones de trabajo de los equipos instalados en el área de bombeo en el casco urbano del municipio de Estanzuela, Zacapa con el fin de implementar propuestas de mejoras.
2. Realizar un programa de mantenimiento con el fin de aumentar la vida útil del equipo de bombeo.
3. Capacitar al personal del área de bombas respecto de las labores que ejecuten con el equipo de bombeo siendo de una manera segura y así conservar los equipos en condiciones óptimas de servicio y, en el correcto uso del equipo de protección personal disminuyendo así accidentes laborales.

4. Desarrollar un plan de contingencias para saber qué hacer en caso de incendio, contando con el equipo necesario para contrarrestarlo en el mercado municipal de Estanzuela, Zacapa; con el fin de evitar desastres.

## INTRODUCCIÓN

La presente propuesta tiene como finalidad aumentar la vida útil de los equipos de bombeo que abastecen de agua potable a la población del casco urbano del municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa; por medio de la elaboración de un programa de mantenimiento. Para obtener mejores resultados se elaboran fichas de control, fichas de operación y mantenimiento con la finalidad de obtener registros del equipo de bombeo.

En el capítulo uno se presenta la información general de la mancomunidad de Nororiente, con esta información se puede conocer la misión y visión de la organización, las actividades que realiza la mancomunidad, sus objetivos, ubicación, su población, educación, economía, recursos naturales, saneamiento ambiental, el análisis organizacional, sus objetivos estratégicos, programas y proyectos.

El capítulo dos contiene la fase de servicio técnico profesional, que consiste en diagnosticar los problemas actuales que existen acerca del equipo de bombeo y con esto se plantea una propuesta de mantenimiento para aumentar la vida útil del equipo de bombeo, determinando las actividades de mantenimiento necesarias para cada elemento de instalación, la seguridad perimetral necesaria para el cuidado del equipo y el equipo de protección personal necesario.

El capítulo tres muestra la fase de investigación, que desarrolla un plan de contingencias para saber qué hacer en caso de incendio en el mercado municipal de Estanzuela, Zacapa; donde se propone el equipo necesario para contrarrestarlo, planos de rutas de evacuación y señalización cromática.

El capítulo cuatro contiene la fase de enseñanza - aprendizaje, donde se muestra la capacitación realizada al personal con respecto al programa de mantenimiento, operación del equipo de bombeo, uso del equipo de protección personal y el uso de las fichas de control propuestas; y, capacitación al personal del mercado municipal de Estanzuela, respecto al plan contra incendio.



## **1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN**

La mancomunidad de Nororiente es una entidad gubernamental, que pretende unir en una organización a los municipios mancomunados (San Cristóbal Acasaguastlán, Usumatlán, Teculután, Rio Hondo, Estanzuela, Zacapa, Chiquimula, San Jacinto, Quetzaltepeque, Concepción las Minas y Esquipulas) que presentan problemas comunes con el objeto de formular, ejecutar, gestionar y promover proyectos de beneficio social, originando el fortalecimiento territorial, político y autónomo.

### **1.1. Descripción de la institución**

A continuación se presenta una breve descripción de la mancomunidad de Nororiente, su origen, justificación y creación. Se describe la misión y visión de la mancomunidad para estar al servicio de la región nororiental.

#### **1.1.1. Nombre de la institución**

Mancomunidad de Nororiente.

#### **1.1.2. Tipo de institución**

La mancomunidad de Nororiente es una entidad gubernamental con ayuda extranjera.

### **1.1.3. Origen**

La mancomunidad se originó de la necesidad de atender la problemática del deterioro ambiental, especialmente por el aumento de desechos sólidos dentro de los municipios que lo conformaron y del nulo tratamiento de los mismos. En su desarrollo se generaron cuatro ejes de trabajo siendo estos: medio ambiente, infraestructura, fortalecimiento municipal y participación ciudadana.

### **1.1.4. Justificación**

Como parte del desarrollo comunitario y respondiendo a las políticas municipales se establece la mancomunidad de Nororiente que pretende aglutinar en una organización a los municipios que presentan problemas comunes con el objeto de formular, ejecutar, gestionar y promover proyectos de beneficio social, originando el fortalecimiento territorial, político y autónomo así como, lograr la descentralización del estado hacia los municipios mancomunados como medio de superación social y desarrollo integral de los habitantes de la región.

### **1.1.5. Creación**

La mancomunidad del Nororiente se crea por iniciativa del alcalde municipal de Zacapa, el 13 de agosto del 2002, formulando la primera convocatoria de los Alcaldes Municipales de los departamentos de Chiquimula y Zacapa. Inicialmente se constituyó con los municipios de San Jacinto, Quetzaltepeque, Esquipulas y Concepción Las Minas del Departamento de Chiquimula; Estanzuela y Zacapa, del Departamento de Zacapa, quienes

adquirieron el derecho de socios fundadores, Chiquimula, y San Cristóbal Acasaguastlán.

La mancomunidad es inscrita en el Registro Civil de la Municipalidad del municipio de Zacapa, el 4 de febrero del 2003.

#### **1.1.6. Visión<sup>1</sup>**

“La mancomunidad de Nororiente, fortalecida como una instancia organizativa, gestiona el desarrollo social, cultural, político, económico y ambiental a través del impulso de la participación ciudadana de los diversos sectores locales, que permita brindar calidad de vida integral a los habitantes de la región nororiente del país”.

#### **1.1.7. Misión<sup>1</sup>**

“La mancomunidad de Nororiente, instancia que formula, ejecuta, gestiona y promueve proyectos de beneficio social, que permiten consolidar la mancomunidad y promover el fortalecimiento territorial, político y autónomo así como, lograr la descentralización del estado hacia los municipios mancomunados como medio de superación social y desarrollo integral de los habitantes de la región”.

#### **1.1.8. Objetivos de la mancomunidad<sup>1</sup>**

- Unificar esfuerzos, iniciativas y recursos
- Facilitar el acercamiento y el trabajo entre las municipalidades asociadas.

---

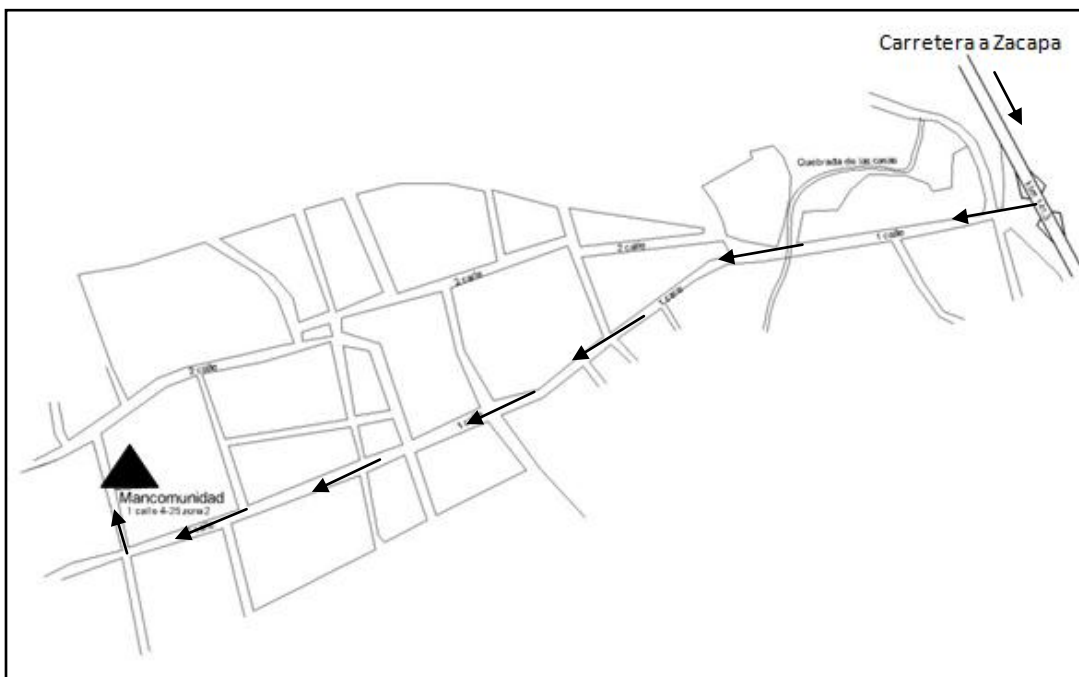
<sup>1</sup> Planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente

- Promover y también impulsar el desarrollo social, cultural, institucional, ambiental, económico
- Promover la descentralización y la modernización de los gobiernos locales
- Fortalecer la capacidad de gestión a las municipalidades.

### 1.1.9. Ubicación

Las oficinas de la mancomunidad de Nororiente se encuentran en 1ª calle 4-25 zona 2, en el municipio de Estanduela del departamento de Zacapa.

Figura 1. **Ubicación oficinas, mancomunidad de Nororiente**



Fuente: mancomunidad de Nororiente

### **1.1.10. Descripción actual de la mancomunidad de Nororiente**

La mancomunidad de Nororiente está conformada por 11 municipios de tres departamentos: San Cristóbal Acasaguastlán (El Progreso); Usumatlán, Teculután, Río Hondo, Estanzuela y Zacapa (Zacapa); Chiquimula, San Jacinto, Quetzaltepeque, Esquipulas, y Concepción las Minas (Chiquimula). El territorio tiene una extensión de 3 019 kilómetros cuadrados.

#### **1.1.10.1. Población**

“El territorio cuenta con una población total de 285 688 habitantes, de los cuales, el 48 por ciento son hombre y el 52 por ciento mujeres; residiendo el 41 por ciento en el área urbana y el 59 por ciento en el área rural. La densidad poblacional en la mancomunidad de Nororiente es de 95 habitantes por kilómetro cuadrado; perteneciendo en un 99,22 por ciento al grupo étnico no indígena, y el 0,78 por ciento restante, a otros grupos étnicos principalmente el Ch’orti<sup>2</sup>”.

#### **1.1.10.2. Cultura e identidad**

El idioma predominante es el español aunque también se habla Ch’orti’ principalmente en Chiquimula. Cada uno de los municipios que conforman la mancomunidad de Nororiente tiene sus propias fechas de celebración, siendo las fiestas titulares de cada localidad las de mayor relevancia.

---

<sup>2</sup> Planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente

### **1.1.10.3. Educación**

“Para el 2005 se registraron un total de 83 794 alumnos inscritos en todos los niveles (hasta el nivel diversificado), en donde el 49 por ciento son hombres y el 51 por ciento son mujeres. El territorio cuenta con un total de 1 069 establecimientos educativos funcionando en jornadas matutinas, vespertinas y nocturnas, en donde el 43 por ciento se ubican en los municipios de Zacapa y Chiquimula. El 24 por ciento del total de establecimientos están ubicados en las áreas urbanas y el 76 por ciento en el área rural. El total de docentes es de 3 540; el 72 por ciento es del sector público y el 28 por ciento del sector privado<sup>3</sup>”.

### **1.1.10.4. Seguridad**

Se cuenta con el apoyo de la Policía Nacional Civil, Fuerzas Especiales y planes para la mitigación de la violencia en general que toman en cuenta la socialización de la población, diagnóstico de la situación del municipio y programas para el rescate de los valores, principalmente en la juventud.

Sin embargo, existen graves problemas en el territorio como: muertes violentas, violencia intrafamiliar, disparos con armas de fuego, accidentes en rutas principales y falta de aplicación del reglamento de tránsito. Además del incremento de asaltos y robos en zonas peatonales y en buses del servicio urbano y extraurbano.

---

<sup>3</sup> Planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente

#### **1.1.10.5. Economía**

Este territorio se encuentra estratégicamente ubicado en el territorio nacional, conectando con los puertos: Puerto Barrios y Santo Tomas de Castilla hacia el océano Atlántico, y a Centro América por las fronteras con Honduras y El Salvador; con altas potencialidades para el desarrollo agropecuario, forestal, turístico, artesanal, minero, comercial, industrial y de prestación de servicios en general.

El componente económico se ve afectado en la mancomunidad por diversos factores: subutilización del recurso humano, escasa participación y organización comunitaria, poco acceso de las mujeres a los medios de producción, falta de sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales y falta de industrialización de la materia prima, entre otros.

El potencial económico de la mancomunidad está compuesto por el capital humano, recursos naturales, captación de divisas y remesas, aeropuertos locales, ecoturismo, vías de comunicación, fronteras, recurso hídrico y áreas boscosas y protegidas.

La población económicamente activa en la mancomunidad de Nororiente representa el 32,36 por ciento del total de la población (92 994 habitantes), de los cuales, el 70,9 por ciento son de sexo masculino, mientras que el 29,1 por ciento restante son de sexo femenino; dedicándose principalmente a actividades productivas de carácter comercial, industrial, agrícola y del sector informal.

#### **1.1.10.6. Recursos naturales**

Existe diversidad de ecosistemas en el territorio, sobresaliendo los recursos naturales: bosque de coníferas, latifoliados y mixtos, áreas boscosas y áreas protegidas, nacimientos, ríos, riachuelos, caídas de agua y lagunas. Además la variedad de flora y fauna enriquecen la diversidad natural de la mancomunidad, con sus distintos contrastes entre aridez y áreas de montaña.

Un problema latente en el territorio lo constituye el uso irracional e insostenible de los recursos naturales, especialmente en el uso inadecuado del recurso hídrico y la degradación de la biodiversidad ambiental de manera incontrolada.

#### **1.1.10.7. Saneamiento ambiental**

La contaminación ambiental por desechos líquidos, sólidos y/o gaseosos, pone en riesgo la salud de los habitantes en el territorio de la mancomunidad, principalmente generada en las áreas de producción agrícola intensiva y de sobrepoblación, en sectores suburbanos y urbanos de los once municipios que la conforman.

Cabe resaltar en este caso, la carencia de sistemas adecuados para el tratamiento de desechos líquidos y sólidos en gran parte del territorio, así como la falta de cultura y educación ambiental por parte de los habitantes.



### **1.1.11. Estructura organizacional**

A continuación se puede observar la estructura organizacional de la mancomunidad por lo que se utiliza una estructura funcional (ver figura 2); al utilizar este tipo de estructura, se obtiene como ventaja la orientación del personal a una actividad especial y concentración de la competencia del personal en formas particularmente eficaces, y como desventaja la creación de fronteras entre los departamentos.

A continuación se describen los puestos existentes.

- **Asamblea General**

Órgano supremo de deliberación y toma de decisiones, el cual decide en conjunto sobre lo que se realiza dentro de la mancomunidad, integrado por autoridades de los concejos municipales de los municipios activos de la mancomunidad.

- **Junta Directiva**

Órgano de coordinación y ejecución de las disposiciones de la Asamblea General de la mancomunidad, la cual está integrada por 11 directivos, con representantes de los municipios miembros activos.

- **Comisiones de trabajo**

Son órganos operativos y de enlace, que se integran por nombramiento de la junta directiva, entre los miembros de la Asamblea e integrantes de la Junta Directiva, en forma permanente o temporal de acuerdo al período requerido. El número determinado para la integración de cada comisión es de tres personas. Las comisiones permanentes deben responder a las líneas estratégicas de acción de la mancomunidad.

- Gerencia

Unidad técnico administrativa y financiera responsable de ejecutar las políticas e implementar las directrices emanadas de la Junta Directiva, representa el máximo nivel administrativo por lo que debe dirigir y coordinar las acciones de las unidades subalternas y coordinar la planificación de las actividades correspondientes y es nombrado(a) por la Junta Directiva, por tiempo indefinido o contrato anual. La secretaría contable es el puesto administrativo financiero, el cual está bajo la responsabilidad de la gerencia, ya que es un soporte primordial para llevar el control de la contabilidad y documentación en general de la mancomunidad.

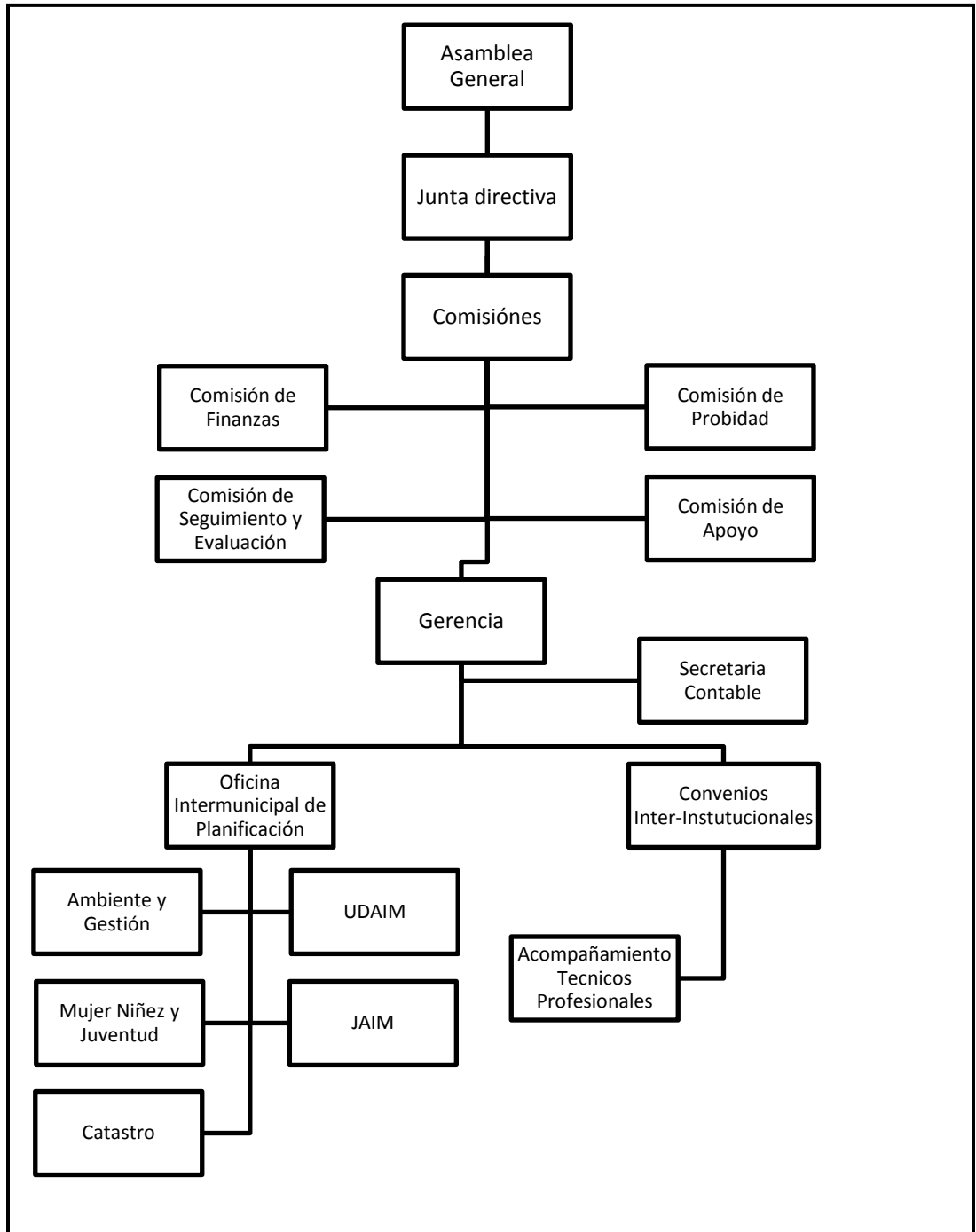
- Acompañamiento Técnico-Profesional

Unidad responsable de brindar apoyo, integrado por técnicos-profesionales, los cuales velan porque la institución alcance sus objetivos de acuerdo con los planes estratégicos y, coordinar las disposiciones de la Gerencia con relación al control, organización, funcionamiento y administración.

- Oficina Intermunicipal de Planificación

Unidad técnica que coordina y consolida la formulación de diagnósticos, programas y proyectos de desarrollo, intermunicipales o mancomunados; se constituye un medio para fortalecer las oficinas municipales de cada una de las municipalidades miembros de la mancomunidad. Podrá contar con el apoyo sectorial gubernamental, no gubernamental y de agencias de cooperación, según el caso lo amerite.

Figura 2. Estructura organizacional de la mancomunidad de Nororiente



Fuente: planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente.

## **1.2. Objetivos estratégicos, programas y proyectos de la mancomunidad de Nororiente<sup>4</sup>**

La mancomunidad de Nororiente tiene en cada una de sus líneas estratégicas varias unidades y dentro de cada una de ellas, existen algunos proyectos para desarrollar, los cuales vale la pena mencionar.

### **1.2.1. Objetivo estratégico del componente social**

Promover el desarrollo social en la mancomunidad de Nororiente para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

- **Objetivos operativos**
  - Fomentar y consolidar la participación activa de la población en la gestión del desarrollo para alcanzar condiciones de bienestar social.
  - Promover el mejoramiento de las condiciones de salud y seguridad alimentaria de la población de la mancomunidad de Nororiente para propiciar estilos de vida saludables.
  - Impulsar el desarrollo educativo en el mejoramiento de sus condiciones de vida.

---

<sup>4</sup> Planificación estratégica territorial de mancomunidad de “Nororiente”

Tabla I. **Programas y proyectos estratégicos del componente social**

<b>Programas</b>	<b>Proyectos estratégicos</b>
Participación ciudadana	-Fortalecimiento intermunicipal de la participación ciudadana para la incidencia en las políticas públicas territoriales
Salud y seguridad alimentaria	-Seguridad alimentaria y nutricional para la población vulnerable de la mancomunidad de Nororiente -Ampliación Hospital Regional (módulo hogar materno), Zacapa
Educación para el trabajo	-Construcción Centro de Estudios Tecnológicos y Universitarios Teculután -Construcción Centro de Estudios Tecnológicos y Universitarios en Esquipulas

Fuente: planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente.

### **1.2.2. Objetivo estratégico del componente cultural**

Impulsar el desarrollo cultural del territorio para el fortalecimiento del tejido social.

- **Objetivos operativos**
  - Promover el rescate de la identidad cultural de la mancomunidad de Nororiente para su impulso en las nuevas generaciones.

- Impulsar el desarrollo cultural y artístico de la población en la mancomunidad de Nororienté para el rescate de valores y principios de sus habitantes.

Tabla II. **Programas y proyectos estratégicos del componente cultural**

<b>Programas</b>	<b>Proyectos estratégicos</b>
Identidad cultural	-Estudio antropológico de la riqueza cultural de la mancomunidad de Nororienté
Desarrollo cultural	-Creación e implementación Red de Casas de la Cultura en cada uno de los subterritorios de la mancomunidad de Nororienté -Construcción Academia de Artes en la sede subterritorial de Teculután -Construcción Academia de Artes en la Sede subterritorial de Esquipulas

Fuente: planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororienté.

### **1.2.3. Objetivo estratégico del componente institucional**

Fortalecer la gestión político institucional de la mancomunidad para impulsar el desarrollo integral y sostenible del territorio.

- **Objetivos operativos**
  - Promover la gestión desconcentrada y descentralizada de la mancomunidad de Nororienté para una mayor incidencia a nivel local.

- Promover la gestión de información de la mancomunidad de Nororiente para apoyar en la toma de decisiones a nivel territorial.

Tabla III. **Programas y proyectos estratégicos del componente institucional**

Programas	Proyectos estratégicos
Gestión desconcentrada/ descentralizada	-Creación Subsede Territorial de la mancomunidad de Nororiente en Teculután -Creación subsede Territorial de la mancomunidad de Nororiente en Esquipulas -Construcción Edificio para la Sede Central de la mancomunidad de Nororiente en Estanzuela
Gestión de información	-Creación del Centro de Información estratégica Territorial de la mancomunidad de Nororiente (radio, biblioteca, SIG) en Estanzuela

Fuente: planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente.

#### 1.2.4. **Objetivo estratégico del componente ambiental**

Impulsar la gestión ambiental en la mancomunidad de Nororiente para asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales y la protección de la vida humana.

- **Objetivos operativos**
  - Promover la protección de los recursos naturales para la conservación de los diferentes ecosistemas del territorio.
  - Impulsar el saneamiento ambiental de la mancomunidad de Nororiente para contrarrestar el deterioro de los recursos naturales.
  - Promover la gestión de riesgo en la mancomunidad de Nororiente para reducir la vulnerabilidad de la población a los desastres.

Tabla IV. **Programas y proyectos estratégicos del componente ambiental**

<b>Programas</b>	<b>Proyectos estratégicos</b>
Gestión ambiental intermunicipal	-Reforestación áreas de recarga hídrica en Montañas El Gigante y Granadillas -Reforestación áreas de recarga hídrica en la Sierra de las Minas
Manejo integral de desechos sólidos	-Construcción Planta Intermunicipal de Tratamiento de Desechos sólidos en Zacapa -Construcción Planta Intermunicipal de Tratamiento de Desechos sólidos en Chiquimula -Construcción Planta Intermunicipal de Tratamiento de Desechos sólidos en Teculután -Construcción Planta Intermunicipal de Tratamiento de Desechos sólidos en Esquipulas



Continuación tabla IV.

Gestión de riesgo intermunicipal	-Prevención y control de incendios forestales para la protección de cada subterritorio -Construcción de gaviones en la carretera CA~9 Huyús, San Cristóbal Acasagustlán -Construcción de gaviones en la carretera CA~10 Estanzuela-La Fragua, Zacapa
----------------------------------	--

Fuente: planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente.

### **1.2.5. Objetivo estratégico del componente económico**

Impulsar el desarrollo económico en la mancomunidad de Nororiente para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

- **Objetivos operativos**
  - Promover el desarrollo productivo en la mancomunidad de Nororiente para la generación de empleos e ingresos a la población.
  - Impulsar el desarrollo comercial en mancomunidad de Nororiente para dinamizar la economía territorial.

Tabla V. **Programas y proyectos estratégicos del componente económico**

<b>Programas</b>	<b>Proyectos estratégicos</b>
Desarrollo Turístico	-Desarrollo turístico de la mancomunidad de Nororiente
Desarrollo energético territorial	-Construcción parque de generación de Energía Eólica en El Jute, Chiquimula -Construcción parque de generación de Energía Eólica en las áreas de Estandzuela y Zacapa -Construcción parque de generación de Energía Eólica en las áreas de Esquipulas, Concepción Las Minas y Quetzaltepeque -Construcción planta de Generación de Energía Solar en Estandzuela
Desarrollo industrial	-Desarrollo Zona Franca de Comercio e Industria en Rio Hondo -Desarrollo Zona Franca de Comercio e Industria en Esquipulas
Desarrollo comercial	-Construcción de Artesanías en Chiquimula -Construcción de Artesanías en Río Hondo -Construcción de Artesanías en Esquipulas
Desarrollo aeroportuario	-Construcción Aeropuerto Regional en Zacapa

Fuente: planificación estratégica territorial de mancomunidad de Nororiente.

## **2. FASE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

En este capítulo se presenta un diagnóstico de la situación actual del equipo de bombeo instalado en los pozos de abastecimiento de agua potable en el casco urbano del municipio de Estandzuela, Zacapa y se presenta una propuesta para aumentar la vida útil del equipo de bombeo.

### **2.1. Diagnóstico situacional**

A continuación se presenta el diagnóstico de la situación actual del equipo de bombeo del casco urbano del municipio de Estandzuela del departamento de Zacapa; el cual actualmente cuenta con 3 pozos que abastecen de agua potable a la población.

#### **2.1.1. Análisis del estado del equipo de bombeo**

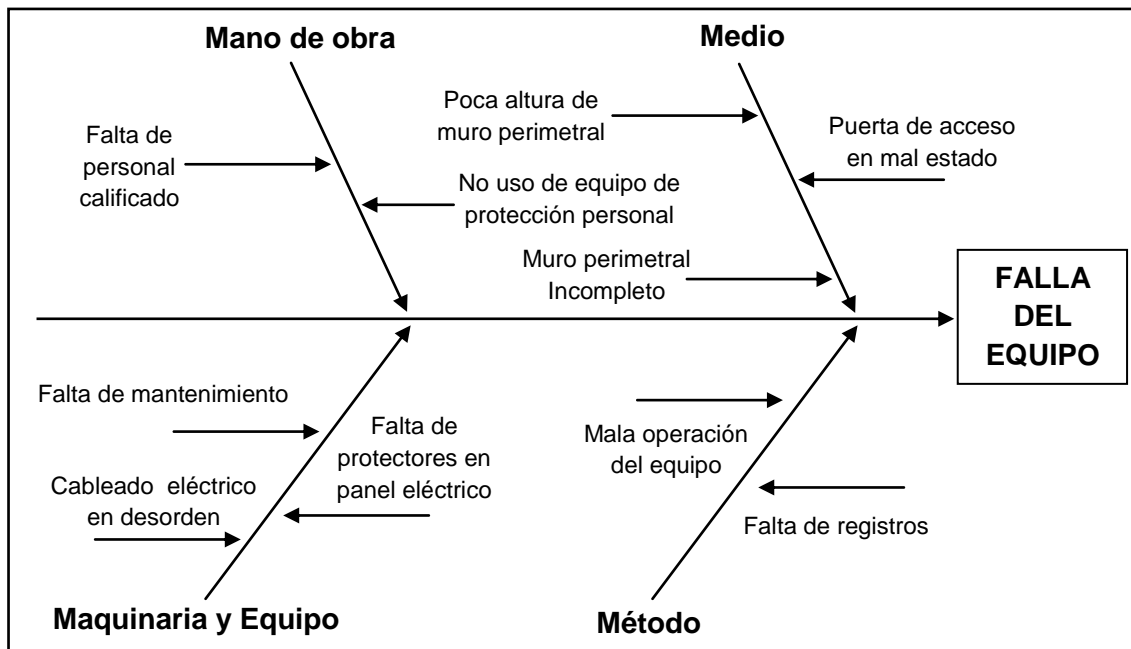
En el casco urbano del municipio de Estandzuela se cuenta actualmente con bombas de turbina de eje vertical que abastecen a la población de agua potable; el mantenimiento, control y registro existente actualmente del equipo de bombeo es el siguiente.

##### **2.1.1.1. Diagrama causa-efecto**

A través del siguiente diagrama se apreciarán cuáles son las causas principales que ocasionan la falla al equipo de bombeo, estas causas principales contienen causas secundarias que dan origen a la causa original. El

diagrama causa y efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas causa y efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Figura 3. Diagrama causa-efecto



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.1.2. Tipo de mantenimiento que utilizan actualmente

Actualmente en los pozos de abastecimiento de agua potable, no se realiza ningún tipo de mantenimiento ya que la única función del técnico encargado del equipo de bombeo es encenderlo y apagarlo, a la hora programada para el llenado de los tanques con agua potable.

En las tablas VI, VII y VIII se pueden observar los años en los que la municipalidad de Estanzuela, realizo gastos para el equipo de bombeo de cada uno de los 3 pozos existentes en el municipio.

Tabla VI. **Gastos bombas de agua potable en pozo Escuela de Varones**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
2003	Compra de Equipo de bombeo de turbina de eje vertical
2005	Compra de equipo de bombeo y cambio a bombas verticales sumergibles
2008	Compra de Equipo de bombeo para pozo de agua potable
2011	Compra de equipo de bombeo de turbina de eje vertical

Fuente: departamento de planificación Municipalidad de Estanzuela.

Tabla VII. **Gastos bombas de agua potable en pozo San Francisco**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
1999	Compra de Equipo de bombeo de turbina de eje vertical
2004	Compra de equipo de bombeo
2008	Compra de motor

Fuente: departamento de planificación Municipalidad de Estanzuela.

Tabla VIII. **Gastos bombas de agua potable en pozo 5**

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>
1994	Compra de Equipo de bombeo de turbina de eje vertical
1998	Compra de motor
2002	Compra de motor
2006	Compra de motor y turbina

Fuente: departamento de planificación Municipalidad de Estanzuela.

De acuerdo a los datos proporcionados en las tablas VI, VII y VIII; se puede observar de que no existe ningún rubro de gastos que reflejen la compra de repuestos para mantenimiento, por lo cual se comprueba de que no se realiza ningún tipo de mantenimiento a los equipos de bombeo instalados en cada pozo; actualmente en un promedio de 4 años la municipalidad está comprando equipo nuevo.

### **2.1.1.3. Control de mantenimiento que utilizan actualmente**

Actualmente no se tiene ningún control del mantenimiento ya que en la sección 2.1.1.1., se pudo observar que no se realiza ningún tipo de mantenimiento al equipo de bombeo.

#### **2.1.1.4. Control y registro del equipo de bombeo que utilizan actualmente**

En base a entrevistas no estructuradas realizadas a la municipalidad de Estanzuela y con el técnico encargado del equipo de bombeo, se determina que actualmente no se tienen ningún registro de las especificaciones del motor-bomba y no se posee un control de los equipos de bombeo instalados en cada uno de los pozos del casco urbano del municipio de Estanzuela.

#### **2.1.2. Análisis del área del equipo de bombeo**

El equipo de bombeo no posee la seguridad perimetral adecuada, a continuación se describe la situación actual del área de cada uno de los pozos de agua potable del municipio.

- Pozo Escuela de Varones

En la figura 4, se puede observar el estado actual del pozo Escuela de Varones; el muro posee una altura de 2,2 metros, está incompleto y no posee alambre de seguridad perimetral, la puerta de acceso se encuentra en mal estado y no posee chapa de seguridad; por lo cual el equipo de bombeo se encuentra expuesto a animales que puedan dañarlo o personas que puedan robarlo o causarle algún daño grave.

Figura 4. **Estado actual pozo Escuela de Varones**



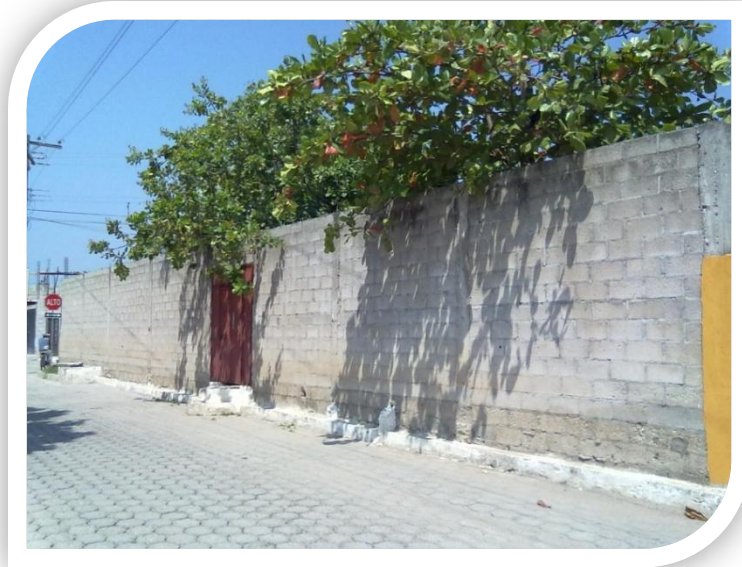
Fuente: elaboración propia.

- **Pozo San Francisco**

En la figura 5 y 6, se puede observar el estado actual del pozo San Francisco; la puerta de acceso y el portón se encuentra en mal estado, además no posee alambre de seguridad perimetral y los muros de este pozo tienen una altura de 3,2 metros.



Figura 5. **Estado actual pozo San Francisco, fachada frontal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Estado actual pozo San francisco, fachada lateral**



Fuente: elaboración propia.

- Pozo 5

En la figura 7 y 8, se puede observar el estado actual del pozo 5; el muro posee una altura de 2,2 metros, la puerta de acceso y el portón se encuentra en mal estado, no posee alambre de seguridad perimetral para proteger el equipo de bombeo.

Figura 7. **Estado actual pozo 5, fachada frontal**



Fuente: elaboración propia.

**Figura 8. Estado actual Pozo 5, fachada lateral**



Fuente: elaboración propia.

### **2.1.3. Utilización actual de equipo de protección personal**

El equipo de protección personal está diseñado para proteger a los empleados en el lugar de trabajo de lesiones o enfermedades serias que puedan resultar del contacto con peligros físicos, eléctricos, mecánicos u otros.

Como se puede observar en la figura 9, las conexiones eléctricas del equipo de bombeo se encuentran en desorden y expuestas a la intemperie ocasionando un peligro tanto para el personal como para el equipo. El personal de operación no utiliza ningún tipo de protección para la manipulación del equipo de bombeo por lo cual se encuentra en un alto riesgo debido a que se manejan 460 voltios.

Figura 9. **Conexiones eléctricas equipo de bombeo**



Fuente: elaboración propia.

#### 2.1.4. **Equipo de bombeo instalado**

A continuación se describen las especificaciones de cada una de las bombas instaladas en los pozos para agua potable del casco urbano del municipio de Estanduela, Zacapa (tabla IX). En la tabla X, se pueden visualizar las imágenes de estos equipos.

Tabla IX. **Especificaciones equipo de bombeo**

<b>Pozo</b>	<b>Escuela de varones</b>	<b>San Francisco</b>	<b>5</b>
<b>Marca</b>	Emerson	Emerson	Emerson
<b>Tipo de bomba</b>	Turbina	Turbina	Turbina
<b>Posición eje</b>	Vertical	Vertical	Vertical

Continuación tabla IX.

<b>Potencia</b>	40 HP	40 HP	30 HP
<b>Voltaje</b>	460 V	460 V	460 V
<b>Frecuencia</b>	60 HZ	60 HZ	60 HZ
<b>RPM</b>	1780	1775	1760
<b>Carcasa</b>	324	324	494

Fuente: elaboración propia.

- Vida útil del equipo de bombeo

Actualmente la vida útil del equipo de bombeo instalado en los pozos es de un promedio de 4 años (ver tabla VI, VII y VIII), ya que como se mencionó anteriormente no se le realiza ningún tipo de mantenimiento; este tiempo de utilización del equipo no es el adecuado ya que el fabricante recomienda que al realizarle su respectivo mantenimiento, estos equipos duren entre 8 a 10 años.

Tabla X. **Equipos instalados en cada pozo**

<b>Pozo Escuela de Varones</b>	<b>Pozo San Francisco</b>	<b>Pozo 5</b>
		

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Propuesta para aumentar la vida útil del equipo de bombeo**

Para que el equipo de bombeo de agua potable instalado en el casco urbano del municipio de Estanzuela tenga una vida útil mayor se propone el siguiente contenido:

- Mantenimiento del equipo
- Fichas de control
- Herramientas y equipos para el mantenimiento
- Seguridad perimetral
- Equipo de protección personal

### **2.2.1. Equipo de bombeo**

Es importante saber que para una operación confiable y sin problemas de un motor y de la unidad accionada, depende de una cimentación y base adecuadamente diseñadas, y de una buena alineación. Si el motor y la unidad accionada no están instalados adecuadamente, puede suceder lo siguiente:

- Operación ruidosa
- Vibración excesiva
- Daño o falla de los rodamientos
- Falla del motor

Para una instalación del equipo de bombeo de agua potable se plantea considerar lo siguiente:

✓ Alineación del eje

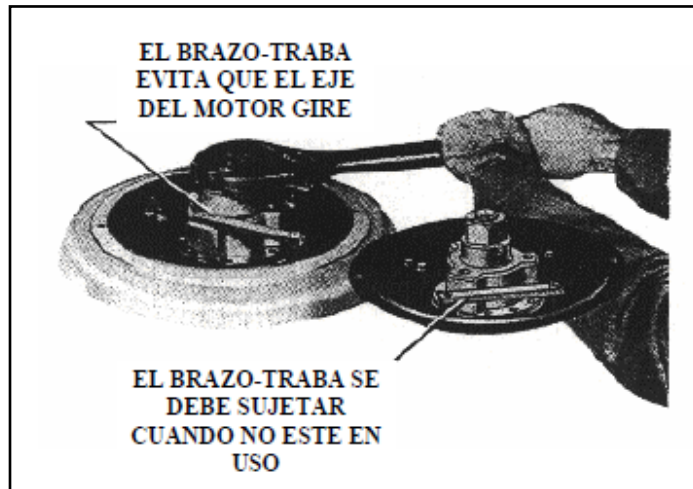
Para una buena alineación de cada motor instalado en los pozos del casco urbano de Estanzuela, el eje de la bomba y el cople del motor deberán de estar alineados dentro de una tolerancia de 0,07 milímetros (0,003 pulgadas) LTI (Lectura Total del Indicador).

✓ Ajuste del eje de la bomba

Para facilitar el ajuste axial del eje de la bomba, se debe utilizar una herramienta (llave inglesa) para sujetar el eje del motor para que no gire. Existen dos tipos de sujeción que pueden ser utilizados en estos equipo: el tipo de sujeción brazo-traba (figura 10), está atornillado a la parte estacionaria y con un perno se fija a la parte giratoria (para mejores resultados usar el brazo-traba a tensión) o interfiriendo con una parte giratoria (cuando el brazo-traba no esté en uso, deberá girarse y sujetarse para que no esté en la trayectoria de las partes giratorias). Y el tipo de sujeción empernado de agujeros alineables, en este las partes estacionaria y giratoria están provistos de agujeros que se alinean permitiendo colocar un perno.

Es importante mencionar que cuando se utilice la herramienta para sujetar las partes giratorias se deberá de retirar antes de arrancar el motor para evitar causar daños al motor o lesiones al personal.

Figura 10. **Sujeción brazo-traba**



Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

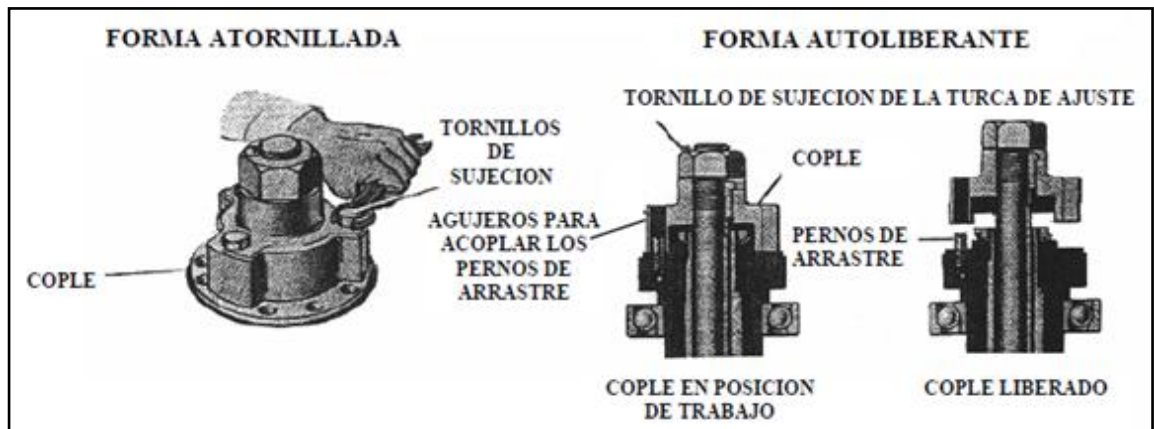
✓ Cople

El cople puede usarse en una de dos formas:

- Forma atornillada: se instalan tornillos de sujeción al cople para evitar el movimiento hacia arriba del eje, permitiendo que el empuje momentáneo hacia arriba de la bomba lo tome el rodamiento guía del motor (ver figura 11). El no apretar los tornillos del cople o del trinquete de no retroceso, puede ser causa de que éstos se quiebren, lo que puede ocasionar daños al equipo o de lesiones al personal.



Figura 11. **Forma atornillada y forma autoliberante**



Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

- Forma autoliberante: se usan pernos de arrastre para ajustar el cople con el rotor (ver figura 11). Una inversión de secuencia en el suministro de energía, desatornillará las uniones del eje de la bomba, produciendo un alargamiento, que si estuviera restringido puede doblarlo o romperlo. El cople autoliberante se va a levantar con el desatornillado parcial del eje de la bomba, desacoplándolo y evitando que continúe girando la bomba. Para un correcto funcionamiento de un cople autoliberante, se deben de cumplir los siguientes puntos:
  - ✓ La tuerca de ajuste del eje de la bomba deberá de estar adecuadamente sujeta al cople con un tornillo de sujeción
  - ✓ El cople no deberá de sujetarse en los pernos de arrastre
  - ✓ El cople no deberá de atornillarse

- ✓ El eje de la bomba deberá estar concéntrico al eje hueco del motor para que no roce el eje de la bomba en el interior del eje del motor
- ✓ No deberá existir la posibilidad de empuje axial hacia arriba
- ✓ No se deberá de usar el arreglo autoliberante conjuntamente con un buje estabilizador inferior, ya que la fricción entre las partes puede dañar el eje de la bomba y/o el buje.

Si el arreglo autoliberante se desacopla, el motor y la bomba deben de estar estacionarios, la energía desconectada y la desconexión asegurada con candados antes de re-acoplar manualmente.

- Conexión eléctrica

Es importante asegurarse de que las conexiones estén apretadas, encintar las conexiones cuidadosamente con cinta aislante para estar seguro de que no habrá un corto circuito entre ellas, o a tierra. También asegurarse de que el motor esté aterrizado para prevenir un posible choque eléctrico.

- Dirección de rotación

Normalmente los motores están diseñados para girar en sentido anti horario, viendo el motor desde arriba.

Energizar el motor momentáneamente para observar el sentido de giro para el que se conectaron las líneas. El motor debe de estar desacoplado del equipo accionado para asegurar que éste no se dañe durante la prueba por un posible giro en sentido inverso. Si el cople está instalado, éste deberá de estar adecuadamente sujeto. Para invertir el sentido de giro del motor trifásico (en

caso de que el motor no gire en el sentido correcto), intercambie dos de las tres conexiones de las líneas a las terminales del motor. Siempre asegúrese de que la energía esté desconectada y la desconexión asegurada con candados, y de que se tomen las medidas necesarias para evitar un arranque accidental del motor, antes de proceder a cambiar la conexión eléctrica.

- Arranque inicial

Después de terminar la instalación y antes de poner el motor en servicio normal, haga un arranque inicial como el que se presenta a continuación:

- Asegúrese de que las conexiones del motor y del control estén de acuerdo a los diagramas de alambrado ubicados en el motor.
- Asegúrese de que la tensión y la frecuencia eléctricas, y el número de fases del suministro de energía están de acuerdo con los datos en la placa del motor.
- Verifique la resistencia del aislamiento

La prueba de medición de la resistencia del aislamiento se muestra a continuación:

- Usando un Megóhmetro, aplique, durante sesenta segundos, una tensión de C.D. (corriente directa), de acuerdo a la tabla que se muestra enseguida, al embobinado a la temperatura ambiente y tome la lectura.

Tabla XI. **Tensión nominal y de prueba**

<b>TENSION NOMINAL DEL MOTOR</b>	<b>TENSION DE C. D. DE PRUEBA</b>
600 V o menos	500 V
601 a 1000 V	500 a 1000 V
1001 V o más	500 a 2500 V (preferentemente 2500 V)

Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

- Para que las lecturas sean comparables, deberán de referirse a una misma temperatura. La práctica es referirlas a 40° C usando la fórmula siguiente:

$$R_{40^{\circ}\text{C}} = Kt \times R_t$$

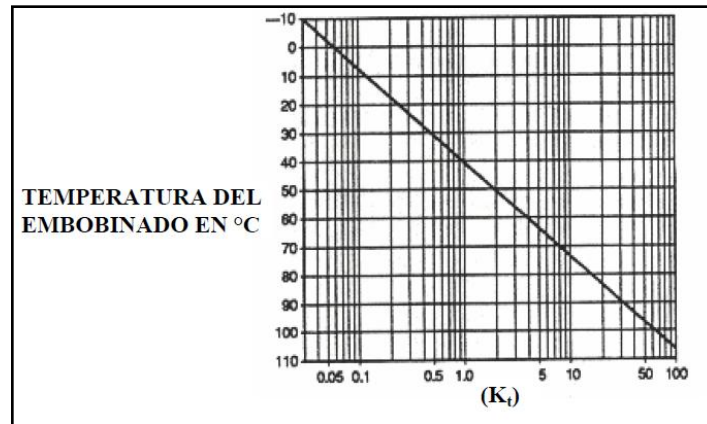
Donde:

$R_{40^{\circ}\text{C}}$  es la resistencia del aislamiento, expresada en megaohms y referida a la temperatura de 40°C.

$R_t$  es la resistencia medida del aislamiento, expresada en megaohms.

$Kt$  es el coeficiente de temperatura de la resistencia de aislamiento, se puede obtener de la siguiente figura.

Figura 12. **Coeficiente de temperatura de la resistencia del aislamiento (Kt)**



Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

- Las lecturas de la resistencia del aislamiento, referidas a 40° C, no deben de caer por abajo del valor que dé la fórmula siguiente:

$$R_m = kV + 1$$

Donde:

$R_m$  es la resistencia de aislamiento mínima, a 40° C, expresada en megohms.

$kV$  es la tensión nominal del motor expresada en kilovoltios.

- Razón de absorción dieléctrica:

Además de la lectura de resistencia de aislamiento, puede requerirse la razón de absorción dieléctrica. La razón de absorción dieléctrica se obtiene tomando lecturas de resistencia de aislamiento

a uno y diez minutos después de aplicar la tensión de prueba. Si se usa un Megóhmetro manual se pueden tomar las lecturas 30 y 60 segundos después de aplicar la tensión de prueba.

La razón de absorción dieléctrica se obtiene dividiendo la segunda lectura entre la primera. Un buen aislamiento debe de aumentar su resistencia cuando se sujeta a una tensión durante un tiempo. Las razones de absorción dieléctrica son:

Tabla XII. **Razón de absorción dieléctrica**

<b>10 minutos / 1 minuto</b>		<b>60 segundos / 30 segundos</b>	
Peligroso	= menos de 1,0		
Pobre	= de 1,0 a 1,4	Pobre	= menos de 1,1
Cuestionable	= de 1,5 a 1,9	Cuestionable	= de 1,1 a 1,24
Aceptable	= de 2,0 a 2,9	Aceptable	= de 1,25 a 1,3
Bueno	= de 3,0 a 4,0	Bueno	= de 1,4 a 1,6
Excelente	= más de 4,0	Excelente	= más de 1,6

Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

Si se obtiene una lectura baja de resistencia de aislamiento o de razón de absorción dieléctrica, limpie y seque completamente el embobinado y repita las pruebas de resistencia de aislamiento y de absorción dieléctrica. Las razones de absorción dieléctrica ligeramente inferiores son aceptables cuando inicialmente se tiene una resistencia de aislamiento alta (más de 1 000 megaohms).

- Verifique todos los tornillos de la cimentación, de la base y del cople para asegurarse de que están apretados.

- Verifique, la lubricación de aceite del motor, que los depósitos hayan sido llenados entre los niveles Máximo y Mínimo de la mirilla indicadora de nivel, con el lubricante correcto. La lubricación adecuada se muestra en la sección 2.2.2.1.2.
- Verifique que el sentido de rotación sea el adecuado o el deseado.
- Asegúrese de que todos los dispositivos de protección estén conectados y funcionando adecuadamente, y que las tapas de la caja de conexiones principal y de las cajas de conexiones de los accesorios, hayan sido colocadas y estén bien sujetas en su lugar.
- Arranque el motor aplicando la mínima carga posible y obsérvelo para asegurarse de que no se desarrolla una condición anormal. Todas las partes aflojadas o retiradas deben de ser re ensambladas y apretadas a las especificaciones originales. Mantenga todas las herramientas, cadenas y equipo alejados antes de energizar el motor.
- Cuando las verificaciones hasta este punto son satisfactorias, incremente la carga lentamente hasta el régimen nominal y observe que la operación sea satisfactoria.

### **2.2.2. Programa de mantenimiento**

El mantenimiento de rutina efectuado regularmente es el mejor seguro de una operación libre de problemas y una vida larga del equipo, ya que evita reparaciones y paros costosos.

a) Inspección y limpieza

Para iniciar pare el motor antes de limpiarlo y asegúrese de que el motor no arrancará accidentalmente.

Limpe el motor exterior e interiormente con regularidad, la frecuencia de la limpieza será mensualmente; realizar lo que se muestra a continuación:

- Limpie la suciedad, el polvo, el aceite, el agua y otros líquidos de las superficies externas del motor. Estos materiales pueden entrar al motor alcanzando los embobinados y causar su sobrecalentamiento o degradación.
- Retire la suciedad, el polvo y la basura acumulados en las entradas del aire de ventilación. Nunca permita la acumulación de suciedad cerca de las entradas de aire. Nunca opere el motor con los ductos de aire obstruidos.
- Limpie los motores interiormente soplando aire comprimido seco y limpio entre 275 y 413 kPa (40 a 60 PSI). Si las condiciones lo permiten use una aspiradora. Al momento de que use aire comprimido, siempre use protección para los ojos, para evitar lesiones oculares accidentales.
- Cuando la suciedad y el polvo están sólidamente compactados, o los embobinados están recubiertos de mugre aceitosa o grasosa, desensamble el motor y límpielo con solvente. Limpie con un trapo empapado en solvente o use una brocha adecuada de cerdas suaves. Seque completamente los embobinados que se hayan limpiado con solventes, antes de re ensamblar el motor.



- Después de limpiar y secar los embobinados, verifique la resistencia del aislamiento de acuerdo a la sección 2.2.1.

b) Revisión sistema eléctrico

La revisión de las conexiones del fluido eléctrico es un trabajo efectuado por un técnico competente. Esta revisión será programada mensualmente, los elementos a revisar son:

Revisión de acometida: revisar el apriete de los tornillos de la cajas que contiene los flipones de disparo de la carga que se maneja en el sistema de bombeo, se chequea también la situación del aislante de los cables, esta observación es visual, dado que los cables que transportan fluido eléctrico sufren efectos de la intemperie, efectos del propio campo eléctrico y magnético que genera la electricidad y puedan presentar picaduras y/o rotura en alguna sección de su longitud.

Revisión del banco de transformadores: consiste en verificar el nivel de aceite, los aprietes de los cables de conexión, inspección visual de los cobertores del transformador sobre picaduras, oxidación prematura y/o suciedad.

Revisión de la oscilación del consumo eléctrico: el componente electrónico que tenemos instalado en el equipo de bombeo nos da las lecturas del amperaje y del voltaje, del sistema para cualquier momento, acá el técnico encargado de la bomba dará la alerta cuando el paro se da por un incremento del amperaje, lo cual nos indica que existe una falla que se debe de investigar su origen, cuando el paro se da por un cambio muy brusco en el voltaje, su localización inmediata es de realizarse primero internamente en el equipo del

bombeo, luego de parte del proveedor de energía; para estos parámetros se puede llevar una bitácora, sobre amperaje y voltaje, dado que el gabinete de control nos gobierna estas fallas descritas anteriormente (ver propuesta de la ficha de control en figura 35).

Revisión de empalmes y fusibles: la energía antes de entrar al gabinete de control de equipo debe de pasar antes por la caja de flipones y de fusibles y su revisión es realizar una inspección visual sacando uno a uno los fusibles y revisar el componente de metal fundente si no tiene picaduras o alguna pequeña fisura para cambiarlos por uno nuevo. Para los empalmes una vez se efectuaron muy bien en la conexión solo es de verificar el apriete del empalme y agregar elemento (cinta aislante) aislante nuevo y revisar que esté bien pegado.

#### **2.2.2.1. Puntos básicos que debe conocer y supervisar el personal de operación**

En esta sección se presentan los puntos importantes básicos que debe conocer y supervisar el personal de operación.

- Al efectuar cualquier mantenimiento al equipo, lea las instrucciones y advertencias. Únicamente el personal calificado deberá realizar las labores de mantenimiento, para evitar accidentes y daños al equipo.
- Conecte debidamente todo el equipo a tierra física, antes de conectar la corriente eléctrica. Una mala conexión de la tierra física puede provocar un choque eléctrico y causar un daño severo o fatal.

- Para evitar un choque eléctrico peligroso o fatal, antes de realizar algún trabajo en el equipo o en las conexiones eléctricas, baje el interruptor termo-magnético (flip-on) del tablero principal.
- Antes de encender un motor verifique que el voltaje y las conexiones sean las adecuadas, así como el suministro de energía eléctrica (voltaje y frecuencia).
- El voltaje puede variar en un rango de +/- 10% del valor nominal. Una variación de voltaje muy alta puede causar un incendio o dañar seriamente los equipos eléctricos, monitoree constantemente el voltaje.
- No toque el motor en operación. Los motores modernos están diseñados para operar a altas temperaturas.
- Para evitar quemaduras cuando se trabaje en un motor, desconecte el suministro de energía y déjelo enfriar por lo menos durante 20 minutos.
- Use gafas de protección cuando trabaje con aire comprimido, equipo rotatorio o herramientas de impacto.
- No toque las piezas que se encuentran en movimiento con el cuerpo, la ropa o herramientas.
- Utilice el equipo únicamente para dar el servicio para el que fue diseñado.

- No haga funcionar la bomba con la llave de descarga cerrada, eso puede hacer hervir el agua dentro de la bomba, elevar peligrosamente la presión dentro de la bomba y provocar una explosión de la bomba.
- El área de trabajo deberá mantenerse limpia, ordenada y con iluminación adecuada.
- Seleccione las herramientas correctas de buena calidad para el trabajo a realizar. La herramienta debe de tener la forma, peso y dimensiones adecuadas al trabajo a realizar.
- Mantenga las herramientas en buen estado, bien limpias y engrasadas para evitar su oxidación.
- Use correctamente las herramientas y no las utilice para fines para los que no han sido diseñadas.
- Para efectuar un transporte seguro de las herramientas se deben utilizar cajas especiales, bolsas o cinturones porta-herramientas según las condiciones de trabajo.

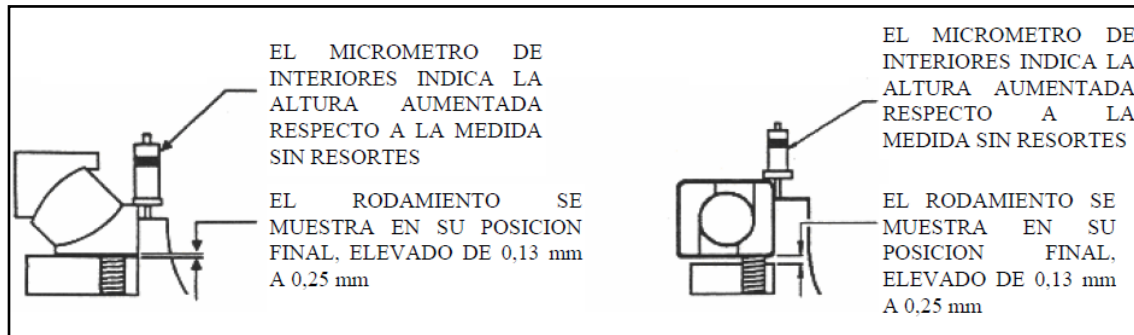
#### **2.2.2.1.1. Ajuste del juego axial**

La expresión juego axial se refiere a la distancia total que puede desplazarse axialmente el rotor. Si por alguna razón, el motor se desensambla, se debe de reajustar el juego axial del rotor. Se debe de tener cuidado de asegurar que el juego axial esté dentro del rango adecuado (0,13 milímetros a 0,25 milímetros).

El ajuste correcto del juego axial para los rodamientos, requiere de un método controlado de ensamble, debido a varias deflexiones internas del motor y a la fricción de la rosca de la tuerca de seguridad usada para dar el ajuste del juego axial, producidas por el empuje de los resortes. Se requiere un ajuste del juego axial de 0,13 milímetros a 0,25 milímetros (0,005 pulgadas a 0,010 pulgadas) para permitir que el rodamiento guía inferior vuelva a una posición sin carga axial cuando se aplique la carga axial al motor (ver la figura 13). El juego axial se puede ajustar adecuadamente si se sigue el siguiente procedimiento:

- a) Coloque el plato posicionador de resortes, sin resortes y la pista inferior del rodamiento, en el alojamiento para el rodamiento en el soporte del rodamiento superior.
- b) Usando un micrómetro de profundidades, mida la distancia entre la parte superior de la pista inferior del rodamiento y la superficie maquinada en la parte superior del alojamiento del rodamiento y anote la dimensión en milímetros con dos decimales (tres decimales en pulgada).
- c) Sume entre 0,13 milímetros y 0,25 milímetros (0,005 pulgadas y 0,010 pulgadas) a la dimensión anotada para obtener el rango del juego axial para la unidad.

Figura 13. **Juego axial rodamientos**



Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

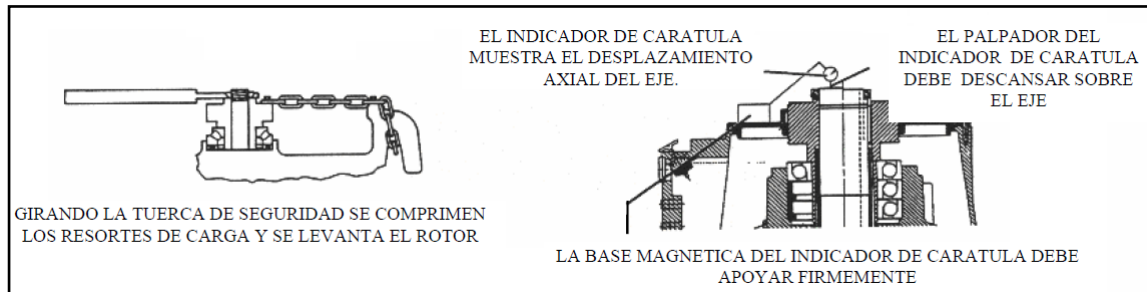
- d) Re-ensamble el rodamiento con resortes; el motor está ahora listo para ajustar el juego axial. El método para ajustar el juego axial es el siguiente:

Este método requiere que el técnico instale una cadena, atornillando un extremo a la montadura del rodamiento superior y sujetando el otro a una oreja de izaje. Gire la tuerca de seguridad con una llave *spanner* hasta que un indicador de carátula no detecte más movimiento axial del extremo del eje. La tuerca de seguridad deberá de aflojarse hasta obtener un juego axial de 0,13 milímetros a 0,25 milímetros (0,005 pulgadas a 0,010 pulgadas) y de sujetarse con la arandela de seguridad (ver figura 14, que muestra la localización del indicador de carátula).

Equipo especial necesario

- Indicador de carátula
- Cadena de  $\frac{3}{4}$  de pulgada
- Micrómetro de profundidad
- Llave *spanner* con extensión.

Figura 14. **Método para ajustar el juego axial**



Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

Después de ajustar el juego axial, opere la unidad de tres a cinco minutos, párela y verifique el ajuste del juego axial. Reajústelo si es necesario. Todas las partes aflojadas o retiradas deberán de desensamblarse y apretarse a sus especificaciones originales. Despeje el área de todas las herramientas, cadenas y equipo antes de energizar el motor.

#### **2.2.2.1.2. Lubricación**

Para la lubricación el motor no debe de estar en operación y los controles eléctricos deben de estar sujetos con candados para evitar sea energizado mientras se le da servicio.

Cambie el aceite una vez al año en condiciones normales de servicio. Arranques y paros frecuentes, ambientes húmedos o polvosos, temperaturas extremas o cualquiera condición de servicio severo, justifica cambios de aceite más frecuentes.

Determine el Grado de Viscosidad (GV) ISO requerido y el tipo de aceite base de la tabla XIII, después vea la tabla XIV de aceites aprobados por el

fabricante. Añada aceite por el agujero de llenado del depósito de cada rodamiento, hasta que el nivel de aceite quede entre la marcas de máximo y mínimo de la mirilla.

Es importante limpiar el exceso de aceite de las roscas del agujero de drenaje y recubrir la rosca del tapón con un sellador de roscas, antes de colocar el tapón de drenaje. El tapón debe de apretarse a un mínimo de 27,1 Newton por metro (20 libra por pie) usando una llave de torsión.

Tabla XIII. **Aceites recomendados por *US Motors* y sus viscosidades**

Armazón	Frecuencia de Rotación	Temperatura Ambiente	GV ISO	Tipo de Aceite Base
324 y mayor	Todas	-15C a 40C (5 a 104F)	32	Mineral o Sintético
		41C a 50C (105-122F)	68	Sólo Sintético
404 a 447		-15C a 40C (5 a 104F)	32	Mineral o Sintético
		41C a 50C (105-122F)	68	Sólo Sintético
449 a 5811	1801-3600	-15C a 40C (5 a 104F)	32	Sólo Sintético
	1800 y menores		68	Sólo Sintético
	Todas	41C a 50C (105-122F)	Referirse a Oficina	

Fuente: manual de instalación y mantenimiento, US Motors.



Tabla XIV. **Especificaciones de aceite aprobados por US Motors**

Fabricante del Aceite	ISO GV 32		ISO GV 68		ISO GV 150	
	Viscosidad: 130-165 SSU @ 37.7C (100F)		Viscosidad: 284-347 SSU @ 37.7C (100F)		Viscosidad: 520-765 SSU @ 37.7C (100F)	
	Base Mineral	Base Sintética	Base Mineral	Base Sintética	Base Mineral	Base Sintética
Chevron USA, Inc	GST Turbine Oil 32	Tegra 32	GST Turbine Oil 68	Tegra 68	R&O Machine Oil 150	Tegra 150
Cunoco Oil Co.	Hydroclear Turbine Oil 32	Syncon 32	Hydroclear Turbine Oil 68	Syncon 68	Hydroclear AW Hyd. Fluid 150	N/A
Exxon-Mobil	Teresstic 32	Synnestic 32	Teresstic 68	Synnestic 68	Teresstic 150	Synnestic 150
Exxon Mobil	DTE Oil Light	SHC 624	DTE Oil Heavy Medium	SHC 626	DTE Oil Extra Heavy	SHC 629
Mexlub/Pemex						
Pennzoil Co., Inc	Pennzbell TO 32	Pennzbell SHD 32	Pennzbell TO 68	Pennzbell SHD 68	Pennzbell TO 150	Pennzbell SHD 150
Phillips Petroleum Co.	Magnus 32	Syndustrial "E" 32	Magnus 68	Syndustrial "E" 68	Magnus 150	N/A
Shell Oil Co.	Tellus 32	Tellus HD Oil AW SHF 32	Tellus 68	Tellus HD Oil AW SHF 68	Tellus 150	N/A
Texaco Lubricants Co.	Regal 32	Cetus PAO 32	Regal 68	Cetus PAO 68	Regal 150	N/A

Fuente: manual de instalación y mantenimiento, *US Motors*.

#### 2.2.2.2. Descripción de las actividades para el mantenimiento

Las actividades de mantenimiento que se proponen realizar se describen en la siguiente tabla, donde se realizará el mantenimiento de forma periódica al equipo de bombeo (mensualmente, semestralmente y anualmente), con esto el equipo tendrá una operación en óptimas condiciones y alargará su vida útil.

El mantenimiento que se propone realizar se enfoca en el motor y el panel eléctrico del equipo de bombeo debido a que se encuentran expuestos a la intemperie. La bomba (turbina) no necesita mantenimiento ya que se encuentra sumergida en el agua la cual la lubrica continuamente.

Tabla XV. Descripción de actividades para el mantenimiento

<b>CASCO URBANO DE ESTANZUELA, ZACAPA</b>			
<b>EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA POTABLE</b>			
<b>BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA</b>			
Pozo: _____		Fecha: _____	
Técnico encargado: _____		Firma: _____	
Nombre y firma supervisor: _____			
No. de Actividad	Actividad	Descripción	Frecuencia de trabajo
	<b>Motor</b>		
1	Inspección y limpieza	Ver sección 2.2.2.a.	Mensual
2	Comprobación nivel del aceite	Verificar que el nivel de aceite se encuentre entre las marcas máximo y mínimo de la mirilla. Si no se encuentre entre estos límites agregar o drenar el aceite recomendado por el fabricante en la sección 2.2.2.1.2.	Mensual
3	Comprobación conexiones eléctricas	Verificar empalmes del cableado del motor hacia la caja de registro y encintar; y apretar los tornillos de las terminales en caja de registro	Mensual
4	Aplicación antioxidante a pernos	Aplicar antioxidante en spray a pernos oxidados del anclaje del motor, tornillos del protector y pernos exteriores del motor	Mensual

Continuación tabla XV.

5	Comprobación de fugas cierre mecánico y estopa	Verificar visualmente fugas en cierre mecánico y estopa; si existen fugas excesivas realizar actividad No.11	Mensual
6	Comprobación fugas entre bridas	Verificar si existen fugas entre bridas de la tubería de descarga; si existen fugas apretar los pernos de bridas	Mensual
7	Comprobación fugas de aceite	Verificar fugas de aceite en la rosca del agujero de drenaje y si existe fuga recubrir la rosca del tapón con sellador de roscas	Mensual
8	Comprobación intensidad de cada fase	Verificar la intensidad de cada fase en la caja de registro del motor y comprobar con la nominal	Mensual
9	Comprobación del giro del motor	Quitar protector y verificar mediante el accionamiento a mano en la parte superior del motor que gire libremente	Mensual
10	Comprobación apriete de pernos	Apretar pernos de anclaje del cabezal de descarga	Semestral
11	Apriete prensa estopas	Apretar ligeramente las tuercas de los pernos de cierre mecánico o prensa estopa	Semestral
12	Cambio del aceite de los rodamientos	Ver sección 2.2.2.1.2.	Anual
13	Cambio de empaquetadura	Remover tuercas de los pernos del casquillo de la caja de empaquetadura y el casquillo; remover y desechar los viejos anillos de empaquetadura; limpiar caja de empaquetadura; insertar los anillos de empaquetadura nuevos y golpear levemente para asentar contra el buje; instalar el casquillo de la caja de empaquetadura y apretar a mano	Anual
14	Ajustar el juego axial	ver sección 2.2.2.1.13	Anual

Continuación tabla XV.

15	Comprobación de vibraciones	Apretar sujetadores del motor y pernos de anclaje	Anual
16	Revisión pintura	Verificar la pintura superficial del cabezal y tubería de descarga; si se encuentra en mal estado pintar de nuevo	Anual
	<b>Panel Eléctrico</b>		
17	Limpieza general	Ver sección 2.2.2.b.	Mensual
18	Comprobación estado de los fusibles	Realizar una inspección visual sacando uno a uno los fusibles, aplicar limpia contactos y revisar el componente de metal fundente si no tiene picaduras o alguna pequeña fisura para cambiarlos por uno nuevo	Mensual
19	Comprobación tensión de alimentación	Verificar la tensión de alimentación (voltaje) y comparar con la nominal	Mensual
20	Comprobación funcionamiento del contador	Verificar valores de entrada y salida del amperaje, frecuencia y voltaje	Mensual
21	Comprobación aislamiento eléctrico	Ver sección 2.2.1.c.	Mensual
22	Inspección cableado interior	Verificar apriete de los tornillos de las terminales del arrancador, tornillos de contactores y capacitores; aplicar limpia contactos	Mensual
23	Limpieza caja de fusibles	Limpiar externa e internamente la caja de fusibles y aplicar limpia contactos	Mensual

Continuación tabla XV.

24	Comprobación conexión a tierra	Verificar que el cableado de conexión a tierra se encuentre en buenas condiciones, de no ser así cambiarlo por uno nuevo	Mensual
25	Inspección pintura	Verificar estado correcto de la pintura; si se encuentra en mal estado pintar de nuevo	Anual

Fuente: elaboración propia.

El mantenimiento se realizará el primer lunes de cada mes programado en la tabla XVI. El equipo diariamente se encuentra en operación de 7:00 a 11:00 horas para el llenado de los tanques y distribuir el agua a la población por gravedad; por lo cual el mantenimiento se realizará en el horario de 11:00 a 17:00 horas. Cuando el mantenimiento ha sido realizado en la frecuencia establecida se colocará una “x” en el cuadro correspondiente debajo del programado, esto con el fin de tener un control del mantenimiento ejecutado mensualmente, semestralmente y anualmente (ver tabla XVI).

Tabla XVI. **Programación mantenimiento**

		Año: 20 _____											
		Meses											
Frecuencia		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Mensual Programado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mensual Ejecutado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Semestral Programado		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>					
Semestral Ejecutado		<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>					
Anual Programado		<input type="checkbox"/>											
Anual Ejecutado		<input type="checkbox"/>											




<input type="checkbox"/>	Programado
<input type="checkbox"/>	Ejecutado

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.3. Herramientas y equipo necesario para el mantenimiento

Las herramientas y equipos necesarios para realizar el mantenimiento propuesto en el equipo de bombeo, son las que se presentan a continuación.





Tabla XVII. Herramientas y equipo para el mantenimiento

Herramienta y equipo	Especificaciones
<p data-bbox="407 848 521 877"><b>Cadena</b></p> 	<ul data-bbox="789 848 1305 1108" style="list-style-type: none"> <li>• Diámetro <math>\frac{3}{4}</math> de pulgada</li> <li>• 3 pies de largo</li> <li>• Límite de carga de trabajo: 2 650 libras</li> <li>• Soldada de grado 30</li> </ul>
<p data-bbox="363 1194 565 1224"><b>Llave inglesa</b></p> 	<ul data-bbox="789 1215 1289 1476" style="list-style-type: none"> <li>• Llave ajustable cromada</li> <li>• 15 pulgadas de largo</li> <li>• Forjada en acero al carbono</li> <li>• Apertura máxima: 50 milímetros</li> <li>• Mango ergonómico</li> </ul>
<p data-bbox="407 1535 521 1564"><b>Martillo</b></p> 	<ul data-bbox="789 1556 1279 1707" style="list-style-type: none"> <li>• Cabeza de acero alto al carbón</li> <li>• 16 onzas</li> <li>• Mango Tubular</li> </ul>

Continuación tabla XVII.

<p><b>Destornilladores</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• 6 pulgadas de longitud</li><li>• Punta magnetizada</li><li>• Cabeza Philips y Cabeza Plana</li><li>• Fabricado en acero al carbono</li><li>• Mango ergonómico</li></ul>
<p><b>Alicate universal</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabricado en acero Cromo-Níquel</li><li>• Mango cubierto con vinil antideslizante</li><li>• Con doble mordaza: curva-recta</li></ul>
<p><b>Pinza de corte</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabricado en acero Cromo-Níquel</li><li>• Mango cubierto con vinil antideslizante</li><li>• Superficie de corte tratada térmicamente</li></ul>
<p><b>Llaves españolas y corona</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabricación en acero al Cromo Vanadio</li><li>• Juego de llaves combinadas estándar</li><li>• Acabado pulido espejo</li></ul>

Continuación tabla XVII.



<p><b>Llave de trinquete y copas</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabricado en acero al Cromo Vanadio</li><li>• ½ pulgada de diámetro mínimo de la llave de trinquete</li><li>• Juegos de copas estándar</li></ul>
<p><b>Llave de torque</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Rango (13,6 – 203,4) newton por metro</li><li>• +/- 3 por ciento precisión de la lectura</li><li>• Mango articulado</li><li>• ½ pulgada x 17 pulgada</li></ul>
<p><b>Sierra</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arco de solera profesional</li><li>• Marco ajustable</li><li>• Para corte en metales y tuberías</li><li>• Arco fabricado en solera niquelada</li></ul>
<p><b>Metro enrollable</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cinta de 5 metros de largo</li><li>• Cinta de ¾ de pulgada de ancho</li><li>• Contra impacto</li></ul>



Continuación tabla XVII.

<p style="text-align: center;"><b>Cepillo</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cepillo de alambre con espátula</li> <li>• 4 x 16 hileras</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Brocha</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 pulgadas de ancho</li> <li>• Para todo tipo de uso</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Megóhmetro</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangos de medición: Tensión AC = 0 - 750 V Tensión DC = 0 - 1000 V Resistencia = 0 - 200Ω / 200 - 2000Ω Resist. Aislamiento = 0 - 200 MΩ / 200 - 2000 MΩ</li> <li>• Tensiones de prueba: 250 V - 200 MΩ 500 V - 200 MΩ 1000 V - 2000 MΩ</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Vernier</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calibrador de Acero inoxidable</li> <li>• Para medición externa, externa y profundidad</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Micrómetro</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para medición externa e interna</li> <li>• Cuerpo fabricado en aleación de acero, acero fundido y tambor de acero al Cromo</li> <li>• Escala de 0 – 1 pulgada</li> </ul>

Continuación tabla XVII.

<p><b>Indicador de carátula</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• El punto de contacto de acero inoxidable templado</li><li>• 1 pulgada de carrera</li><li>• 0,001 pulgada de graduación</li></ul>
<p><b>Caja para herramientas</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"><li>• Carcasa de acero</li><li>• Portátil</li><li>• 24 pulgadas de ancho x 10 pulgadas de profundidad x 12 pulgadas de alto</li></ul>

Fuente: elaboración propia.

El vernier, micrómetro y el indicador de carátula son instrumentos de precisión, cuya exactitud depende del uso y del mantenimiento que se les proporciona. Es importante que, si su empleo es frecuente, se limpien con cuidado con un trapo cada vez que sea preciso. Cuando no se utilizan se envuelven en un trapo aceitado y se protegen a salvo de golpes.

#### **2.2.2.4. Fichas de control**

Es importante poseer registros para así tener información sobre lo que se realiza con cada equipo de bombeo; los datos de cada ficha propuesta, se recogerán en una hoja de papel en donde se llenara con lapicero la información requerida. Para tener este control se proponen las siguientes fichas:

- Ficha de control de mantenimiento
- Ficha de control diario de operación
- Ficha de operación del equipo
- Ficha de registro de las especificaciones del motor-bomba

##### **2.2.2.4.1. Ficha de control de mantenimiento**

Al efectuar el programa de mantenimiento que se propuso en la tabla XV, es indispensable que se tengan fichas de control de mantenimiento para tener un historial de verificaciones de trabajos realizados, por esto, en la figura 34 se puede visualizar la propuesta de este tipo de ficha de control.

En esta ficha de control, el cuadro mantenimiento realizado, posee 25 numerales (ver figura 34), ya que en el programa de mantenimiento propuesto cada frecuencia de mantenimiento (mensual, semestral o anual) tiene como máximo 17 caracteres y se colocaron 8 más por algún mantenimiento extra; en cada uno de estos se especificará el mantenimiento realizado en ese momento por el técnico encargado del equipo de bombeo; también se tiene en la parte inferior un cuadro donde se apuntarán las observaciones importantes que sobresalieron referentes al mantenimiento.

Figura 15. Control de trabajo de mantenimiento

<b>CONTROL DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO</b>									
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;">NOMBRE DEL POZO: _____</td> <td style="width: 50%; border: none;">TRABAJO No. _____</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO: _____</td> <td style="border: none;">FECHA DE REALIZACION: _____</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">(mensual, semestral o anual)</td> <td style="border: none;">NOMBRE DEL ENCARGADO: _____</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">FIRMA DEL ENCARGADO: _____</td> </tr> </table>		NOMBRE DEL POZO: _____	TRABAJO No. _____	FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO: _____	FECHA DE REALIZACION: _____	(mensual, semestral o anual)	NOMBRE DEL ENCARGADO: _____		FIRMA DEL ENCARGADO: _____
NOMBRE DEL POZO: _____	TRABAJO No. _____								
FRECUCENCIA DE MANTENIMIENTO: _____	FECHA DE REALIZACION: _____								
(mensual, semestral o anual)	NOMBRE DEL ENCARGADO: _____								
	FIRMA DEL ENCARGADO: _____								
<b>MANTENIMIENTO REALIZADO</b>									
No.									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
OBSERVACIONES: _____									
_____									
_____									
NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR _____									

Fuente: elaboración propia.

#### **2.2.2.4.2. Fichas de control de operación y registro de equipo de bombeo**

- Ficha de control diario de operación del equipo

Debido a que actualmente no se tiene ningun control sobre el funcionamiento del equipo de bombeo, en la siguiente figura se presenta la ficha que se propone para el control diario de la operación del equipo (figura 35).

Esta ficha propuesta del control diario de la operación del equipo de bombeo se realiza con el fin de poseer registros del amperaje, voltaje, presión y frecuencia; con estos datos al existir variaciones excesivas y con mayor periodicidad nos indica de que existe una falla en el equipo y que se debe de investigar su origen. En esta ficha se muestran seis tipos de lecturas a tomar, las cuales el técnico encargado debe de realizarla a cada hora de operación del equipo, estas lecturas son:

Lectura del contador: esta lectura se realiza en el contador, se verifica y anota el voltaje (V) y amperaje (A) que marca la unidad en ese momento.

Lectura de la presión: esta lectura se realiza en el equipo de bombeo, se verifica y anota la presión que marca la unidad en ese momento; la unidad de medida de su lectura es en Psi.

Lectura panel de control: esta lectura se realiza en el panel de control del equipo, se verifica y anota el voltaje (V), amperaje (A) y la frecuencia de la corriente (Hertz) que marca la unidad en ese momento.

Figura 16. Ficha de control diario de operación del equipo

CONTROL DIARIO DE OPERACIÓN DEL EQUIPO						
<p>NOMBRE DEL POZO: _____ FECHA REALIZACIÓN: _____</p> <p>NOMBRE OPERADOR DE TURNO: _____ FIRMA: _____</p>						
HORA DE OPERACIÓN						
No.	LECTURA CONTADOR		LECTURA PRESIÓN	LECTURA PANEL DE CONTROL		
	VOLTAJE	AMPERAJE	PSI	VOLTAJE	AMPERAJE	HERTZ
00:00						
01:00						
02:00						
03:00						
04:00						
05:00						
06:00						
07:00						
08:00						
09:00						
10:00						
11:00						
12:00						
13:00						
14:00						
15:00						
16:00						
17:00						
18:00						
19:00						
20:00						
21:00						
22:00						
23:00						
<p>OBSERVACIONES: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR _____</p>						

Fuente: elaboración propia.

- Ficha de operación del equipo

A continuación se propone una ficha de control de los pasos a seguir para la operación el equipo de bombeo, con el fin de estandarizar la operación de este (figura 36).

Figura 17. Operación del equipo

<b>OPERACIÓN DEL EQUIPO</b>								
<table border="1" style="float: right; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Resultado</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Realizado</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">No realizado</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> </table>			Resultado		Realizado	/	No realizado	X
Resultado								
Realizado	/							
No realizado	X							
NOMBRE DEL POZO: _____		FECHA: _____						
DIRECCION: _____								
NOMBRE DEL TECNICO: _____		FIRMA : _____						
<b>Arranque de motor</b>								
	<b>Resultado</b>	<b>Comentarios</b>						
1 Chequeo general físico del motor								
2 Revisar niveles de aceite								
3 Revisar condición física del panel de control eléctrico								
4 Conectar switch de encendido de motor								
5 Verificar tablero de control								
6 Revisar si existen fugas por estopa de eje de motor								
7 Verificar niveles de aceite nuevamente								
8 Verificar que no existan ruidos o vibraciones anormales								
<b>Apagado de motor</b>								
	<b>Resultado</b>	<b>Comentarios</b>						
1 Desconectar switch de encendido de motor								
OBSERVACIONES:								
NOMBRE Y FIRMA SUPERVISOR _____								

Fuente: elaboración propia.

En la figura 36, se muestra la ficha de control propuesta para la operación del equipo, esta se realiza con el fin de estandarizar la operación del equipo de bombeo que el técnico encargado debe efectuar en cada pozo. La ficha contiene los pasos a seguir para el arranque y apagado del motor; en el cuadro de resultado se debe de colocar si se verifico y realizo según los pasos propuestos; en el cuadro de comentarios se realizan notas si se presentan anomalías. En la parte de observaciones se coloca si se presentó algún acontecimiento de gran relevancia.

- Ficha de control del equipo

A continuación se propone una ficha de control para que la municipalidad posea un registro del motor-bomba instalado en cada uno de los pozos del casco urbano del municipio de Estanzuela, ya que actualmente no se posee ninguna información (ver figura 37).

Esta ficha de control será de gran utilidad ya que con ella se tendrá un registro de las especificaciones de cada equipo instalado y a la hora de que se tenga reparar y comprar algún repuesto, se verificará en esta ficha los detalles requeridos del motor-bomba.



Figura 18. Registro motor-bomba

FICHA DE CONTROL DE EQUIPO								
REGISTRO DE EQUIPO DE BOMBEO								No. _____
NOMBRE DEL POZO:			DIRECCIÓN:			No. DE CONTADOR DE LUZ		
REGISTRO DE MOTORES								
MARCA	H.P	R.P.M	TIPO	ESTILO	No. SERIE	MODELO	VOLTAJE	AMPERAJE
No. FASES	CICLOS	TIPO COJINETE	F.S.	TIPO LUBRICANTE	SISTEMA ARRANQUE	No. COJINETE SUPERIOR	No. COJINETE INFERIOR	POSICION EJE VERT.-HORIZ.
No. de INVENTARIO			COSTO DE ADQUISICIÓN			FECHA DE INSTALACIÓN		
REGISTRO DE BOMBA								
MARCA	TIPO	SERIE	No. ETAPAS	Ø TAZON	Ø IMPULSOR	LBS. TRABAJO	TIPO IMPULSOR	
No. de INVENTARIO			COSTO DE ADQUISICIÓN			FECHA DE INSTALACIÓN		

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.2.5. Fallas en el equipo y sus posibles causas

Para reducir el trabajo y el tiempo dedicado al análisis de fallas en el equipo de bombeo, a continuación se muestran las posibles causas que den origen a los diferentes problemas que se puedan presentar con el equipo de bombeo.

- El motor no arranca:
  - a) Fuente de alimentación defectuosa
  - b) Fusibles primarios defectuosos o quemados
  - c) Circuito de control abierto
  - d) Protectores de sobrecarga abiertos
  - e) Bobina de retención del contactor magnético defectuosa
  - f) Conexiones sueltas o mal apretadas en el circuito de control
  - g) No cierra el contactor magnético
  - h) El contactor magnético no hace buen contacto
  - i) Circuito abierto en el tablero de control
  - j) Terminales mal conectadas
  
- El motor no alcanza su velocidad:
  - a) Tensión baja o incorrecta
  - b) Conexiones incorrectas en el motor

- El motor vibra:
  - a) Desalineamiento del eje de la bomba
  - b) Chumaceras del eje de la bomba desgastadas o eje de la bomba pando
  - c) Disturbio hidráulico en el tubo de descarga
  - d) Vibración ambiental
  
- El motor está ruidoso:
  - a) Rodamientos de empuje desgastados
  - b) Ruido eléctrico
  
- El motor se sobrecalienta:
  - a) Sobrecarga
  - b) La entrada o salida del aire de ventilación está tapada o parcialmente obstruida
  - c) Tensión desbalanceada
  - d) Bobinas abiertas en el estator
  - e) Baja / Sobre tensión
  - f) Tierra
  - g) Conexiones equivocadas
  
- Los rodamientos se sobrecalientan:
  - a) Desaliniamiento
  - b) Aceite incorrecto, o nivel de aceite muy alto o muy bajo
  - c) Empuje axial excesivo

- d) Motor sobrecargado
- e) La entrada o salida del aire de ventilación está tapada o parcialmente obstruida
  
- Fuga aceite por el tapón de drenaje:
  - a) Se aplicó sellador insuficiente a las roscas del tapón de drenaje
  
- La bomba no funciona:
  - a) Operación a alta capacidad
  - b) Desalineamiento debido a fatiga en tubería
  - c) Eje curvado
  - d) Parte rotatoria roza con parte estacionaria
  - e) Cojinetes desgastados
  - f) Protector del motor abierto
  - g) Motor funciona muy lento
  
- La bomba vibra o es ruidosa:
  - a) El impulsor no está ajustado o está flojo sobre el eje
  - b) Altura de succión muy alta o nivel muy bajo
  - c) Colador de toma o impulsor atascado o bomba en barro o arena
  - d) Entrada tubo de succión no inmerso completamente
  - e) Operación a muy baja o alta capacidad
  - f) Eje curvado
  - g) Impulsor dañado o erosionado
  - h) Eje funciona descentrado debido a desgaste o desalineamiento de cojinetes

- i) Impulsor desequilibrado debido a vibración
  - j) Partículas sólidas en líquido bombeado
  - k) Sentido de rotación erróneo
- La bomba funciona pero no conduce agua:
    - a) Bomba no sumergida
    - b) Unidad funciona en sentido contrario
    - c) Escapes de aire en línea de succión
    - d) Entrada tubo succión no inmerso completamente
    - e) Velocidad muy baja
    - f) Cuerpos extraños en el impulsor

### **2.2.3. Seguridad en el área de bombas**

En la sección 2.1.2 se muestra el análisis de la situación actual del área de equipo de bombeo y en la sección 2.1.3 se muestra el diagnóstico de la situación actual de la utilización del equipo de protección personal; por lo cual se propone lo siguiente.

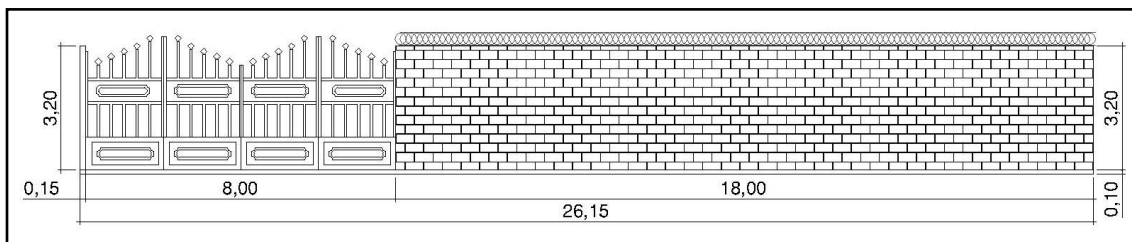
#### **2.2.3.1. Seguridad perimetral**

A continuación se propone la seguridad perimetral para cada uno de los pozos, con el fin de que el equipo de bombeo se encuentre en un área segura para que este no pueda sufrir daños. El alto propuesto de los muros es de 3,20 metros, el cual está basado en la altura doble de la estatura promedio de un hombre (1,60 metros).

- Pozo Escuela de Varones

En este pozo se propone darle una altura al muro perimetral de 3,20 metros (construcción con block) más instalación de alambre para seguridad perimetral, instalación de un portón metálico con chapa de seguridad para ingreso, con el fin de proteger al equipo. La propuesta de cómo quedaría se muestra en la siguiente figura. Los costos para la seguridad perimetral se pueden ver en la tabla XVIII.

Figura 19. **Propuesta pozo Escuela de Varones**

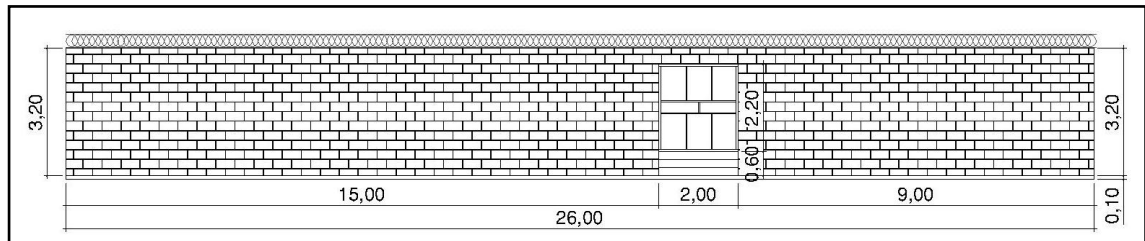


Fuente: elaboración propia.

- Pozo San Francisco

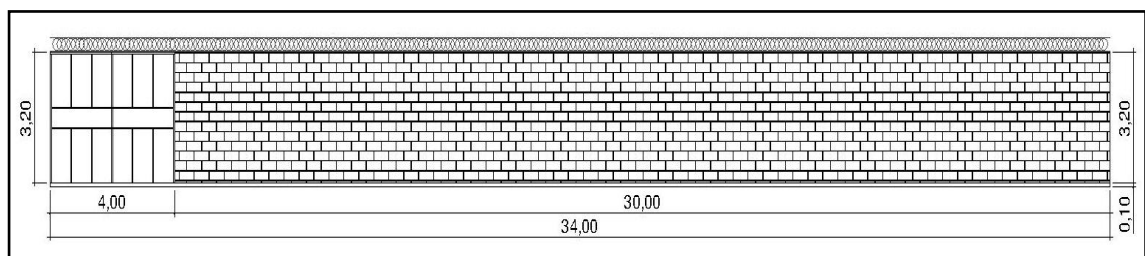
En este pozo se propone realizar una reparación completa y pintar la puerta de acceso y portón, recortar los arboles (ver figura 4 y 5) y colocar alambre para seguridad perimetral. La altura de este pozo cumple con la altura propuesta (3,20 metros). La propuesta de cómo quedaría se muestra en las siguientes figuras (figura 34 y figura 35). Los costos para la seguridad perimetral se pueden observar en la tabla XIX.

Figura 20. **Propuesta pozo San Francisco, fachada frontal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Propuesta pozo San Francisco, fachada lateral**

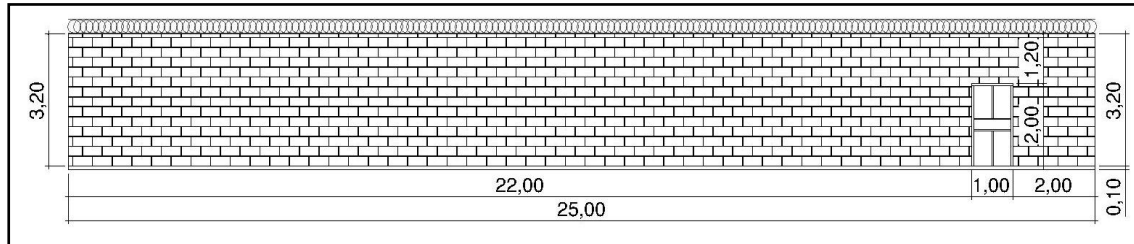


Fuente: elaboración propia.

- **Pozo 5**

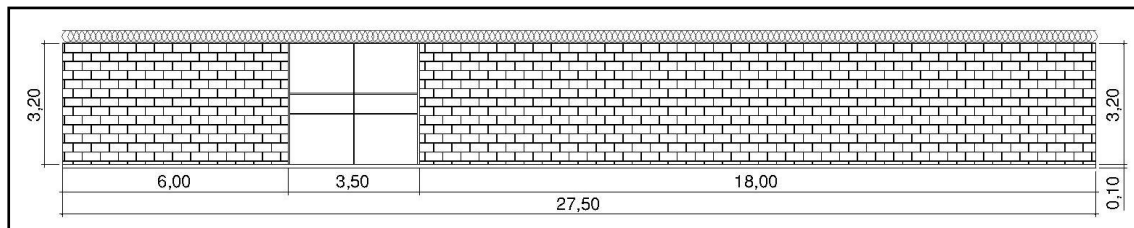
En este pozo se propone realizar una reparación completa y pintar la puerta de acceso y portón, darle una altura al muro perimetral de 3,20 metros (construcción con block) más instalación de alambre para seguridad perimetral. La propuesta de cómo quedaría se muestra en las siguientes figuras (figura 36 y figura 37). Los costos para la seguridad perimetral se pueden observar en la tabla XX.

Figura 22. **Propuesta pozo 5, fachada frontal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 23. **Propuesta Pozo 5, fachada lateral**



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.1.1. **Costos de instalación de seguridad perimetral**

A continuación en las tablas XVIII, XIX y XX, se muestran los costos totales para la construcción e instalación de los elementos de la seguridad perimetral propuesta para cada uno de los pozos.



Tabla XVIII. **Costos seguridad perimetral pozo Escuela de Varones**

<b>COSTOS SEGURIDAD PERIMETRAL</b>	
<b>Elemento de seguridad perimetral</b>	<b>Costo en Quetzales</b>
Elevación muro perimetral	Q 10 222,00
Portón ingreso	Q 11 500,00
Alambre para seguridad perimetral	Q 2 450,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 24 172,00</b>

Fuente: elaboración propia.

NOTA: Los costos de cada renglón incluyen materiales y mano de obra (ver tabla XVIII). El tipo de cambio es de Q 7,78 por \$1,00 cotizado el 25 de julio de 2011 en el Banco de Guatemala.

Tabla XIX. **Costos seguridad perimetral pozo San Francisco**

<b>COSTOS SEGURIDAD PERIMETRAL</b>	
<b>Elemento de seguridad perimetral</b>	<b>Costo en Quetzales</b>
Portón y puerta ingreso*	Q 1 200,00
Alambre para seguridad perimetral	Q 4 200,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 5 400,00</b>

Fuente: elaboración propia.

\*incluye: reparación y pintura.

NOTA: Los costos de cada renglón incluyen materiales y mano de obra (ver tabla XIX). El tipo de cambio es de Q 7,78 por \$1,00 cotizado el 25 de julio de 2011 en el Banco de Guatemala.

Tabla XX. **Costos seguridad perimetral pozo 5**

<b>COSTOS SEGURIDAD PERIMETRAL</b>	
<b>Elemento de seguridad perimetral</b>	<b>Costo en Quetzales</b>
Elevación muro perimetral	Q 15 225,00
Portón y puerta ingreso*	Q 1 200,00
Alambre para seguridad perimetral	Q 3 500,00
<b>TOTAL</b>	<b>Q 19 925,00</b>

Fuente: elaboración propia.

\*incluye: reparación y pintura.

NOTA: Los costos de cada renglón incluyen materiales y mano de obra (ver tabla XX). El tipo de cambio es de Q 7,78 por \$1,00 cotizado el 25 de julio de 2011 en el Banco de Guatemala.

### **2.2.3.2. Equipo de protección personal**

La sección 2.1.3 contiene la situación actual de la utilización del equipo de protección personal en el área de bombas; por lo cual se propone lo siguiente.

Es de gran importancia saber que el equipo de protección personal está diseñado para proteger a los trabajadores en el área de bombas de lesiones o enfermedades serias que puedan originarse por el contacto con químicos o materiales peligrosos. El equipo de protección personal no solo protege al trabajador de derrames o salpicaduras accidentales, sino también de vapores al ser inhalados o absorbidos por la piel.

Por lo cual el equipo de protección personal que se propone para utilizar en el área de bombas es el siguiente:

- Gafas de seguridad
- Cascos y zapatos de seguridad
- Overoles
- Guantes
- chaleco refractivo
- Arnés de seguridad.



### 3. FASE DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presenta el plan de contingencias, el cual está contenido por una propuesta de un plan contra incendio en el mercado municipal de Estanzuela, Zacapa.

#### 3.1. Aplicación del plan de contingencias

A continuación se muestra la evaluación actual de las instalaciones del mercado municipal de Estanzuela (figura 24).

Figura 24. **Edificio mercado municipal de Estanzuela**



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1. Evaluación actual de las instalaciones del mercado**

El mercado municipal permanece abierto para que los vendedores comercialicen sus productos los días miércoles, sábados y domingos en el horario de 8:00 a 15:30 horas.

A continuación se presenta el diagnóstico de la situación actual del mercado municipal de Estanzuela, respecto a evaluación de salidas de emergencia, evaluación de rutas de evacuación, riesgos existentes y eventos ocurridos sobre incendio.

#### **3.1.1.1. Evaluación de salidas de emergencia**

Conforme la investigación de campo se verificó que en el mercado municipal existen 6 puertas de acceso; de estas, 4 son puertas con cortinas metálicas que tienen un ancho de 3 metros y 2 son puertas metálicas que tienen un ancho de 2 metros; con esto se determina que las salidas de emergencia son lo suficientemente anchas, para evacuar al personal que se encuentre en el mercado en caso de emergencia (ver figura 25).

Figura 25. **Puertas de acceso mercado municipal**



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1.2. Evaluación de rutas de evacuación**

En base a investigación de campo se identificó que en el mercado municipal no cuentan con rutas de evacuación, es decir no existe un programa de evacuación en caso de darse un incendio. Actualmente las ventas se encuentran en desorden, lo cual obstruye el paso y salida del mercado (ver figura 26). Por lo cual se propone un plan de evacuación y establecimiento de rutas de evacuación en la sección 3.2.

Figura 26. **Evaluación rutas de evacuación**



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1.3. Riesgos encontrados en el mercado municipal**

En la siguiente tabla se muestran los riesgos encontrados en el mercado municipal de Estanzuela, (tabla XXI). Estos riesgos podrían ocasionar algún desastre dentro del mercado, lo cual si no se corrige de forma adecuada e inmediata conseguiría un incendio inesperado.



Tabla XXI. **Análisis de riesgos**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuman en áreas de peligro</li> <li>• Almacenamiento incorrecto de materiales</li> <li>• Falta de Prevención</li> <li>• No dan aviso de las condiciones de peligro que se observan</li> <li>• Tienen cableado eléctrico obstruyendo el paso</li> <li>• Tambos de gas mal ubicados</li> <li>• No desconectan aparatos eléctricos a la salida del mercado</li> <li>• Mal diseño de la distribución de la corriente eléctrica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductores o interruptores eléctricos en mal estado o al descubierto</li> <li>• Falta de sistema de aviso, de alarma, o de llamada de atención</li> <li>• Mal uso de herramientas</li> <li>• Falta de señalización de puntos o zonas de peligro</li> <li>• Existencia de materiales combustibles o inflamables</li> <li>• Mala ubicación de las áreas de ventas o desorden</li> </ul>
---	---

Fuente: elaboración propia.

#### 3.1.1.4. Evaluación equipo contra incendio

Actualmente el mercado municipal no posee ningún tipo de equipo para contrarrestar un incendio y en caso de emergencia cuenta únicamente con los bomberos voluntarios que se encuentran en el centro del casco urbano del municipio de Estanduela a una distancia de 1,2 kilómetros. Ver figura 27.

Figura 27. Ubicación Bomberos Voluntarios



Fuente: <http://maps.google.com.gt>.

#### 3.1.1.5. Evaluación señalización cromática

En la figura 28, se puede observar que actualmente el mercado no posee señalización cromática, únicamente cuenta con un rotulo de no fumar en la parte exterior de la oficina de administración. Por lo cual se propone realizar la señalización cromática adecuada en la sección 3.2.

Figura 28. **Señalización actual del mercado**



Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1.6. Eventos de incendio ocurridos en el mercado municipal**

Con el fin de prevenir un incendio y con esto el edificio dure su vida útil de construcción, se propone realizar un plan contra incendio (sección 3.2.); en base a entrevistas no estructuradas realizadas en el mercado municipal de Estanduela, Zacapa; se determinó que hasta ahora no ha ocurrido ningún evento relacionado con incendio, esto es debido a que el mercado municipal fue construido recientemente (2009).

### **3.1.1.7. Materiales combustibles que presentan riesgo de incendio en el mercado municipal**

A continuación se muestran los tipos de materiales combustibles que presentan riesgo de incendio en el mercado municipal. Las áreas de la distribución propuestas para el mercado se pueden visualizar en el plano de la figura 29.

#### **3.1.1.7.1. Riesgo de incendio por fuego tipo A, fuego seco**

En la siguiente tabla se muestran los combustibles de este tipo de fuego localizados en el mercado municipal; los fuegos tipo A, son originados por combustibles ordinarios o materiales fibrosos, tales como madera, papel, tela, gomas y ciertos plásticos. Para este fuego el componente más eficaz es el agua.

Tabla XXII. **Riesgos de fuego tipo A**

<b>ÁREA</b>	<b>COMBUSTIBLE</b>
Ventas	Madera
Ventas	Cartón
Ventas	Plásticos
Administración	Papel
Ropa y cazado	Tela

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1.7.2. Riesgo de incendio por fuego tipo B, fuego hidrocarburos**

En la siguiente tabla se muestran los combustibles de este tipo de fuego localizados en el mercado municipal; los fuegos tipo B, son provocados por hidrocarburos y líquidos inflamables o combustibles tales como la gasolina, pintura, aditivos y propano.

El agua es generalmente ineficaz para este tipo de fuego. Se tienen que usar componentes tales como emulsión, polvo seco, CO<sub>2</sub>. El agua pulverizada es más eficaz sobre los hidrocarburos pesados como el aceite.

Tabla XXIII. **Riesgos de fuego tipo B**

<b>LUGAR</b>	<b>COMBUSTIBLE</b>
Ventas de comida	Gas propano
Ventas de comida	Aceite

Fuente: elaboración propia.

### **3.1.1.7.3. Riesgo de incendio por fuego tipo C, fuegos eléctricos**

En la siguiente tabla se muestran los combustibles de este tipo de fuego localizados en el mercado municipal; los fuegos tipo C, son fuegos provocados por equipos eléctricos energizados, tales como electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles y herramientas eléctricas. Requieren de la utilización de

elementos de extinción no conductores de la electricidad. Generalmente, se utiliza el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>.

Tabla XXIV. **Riesgos de fuego tipo C**

<b>LUGAR</b>	<b>COMBUSTIBLE</b>
Carnicería	Equipos eléctricos
Administración	Equipos eléctricos
Edificio	Tomacorrientes
Edificio	Instalación eléctrica

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Descripción del plan de prevención de incendios propuesto**

Es una herramienta que proporcionará al mercado municipal de Estanzuela, Zacapa; sus trabajadores (administrador, guardián y personal de mantenimiento) y usuarios (vendedores y compradores), las condiciones de seguridad que necesitan para prevenir un incendio, o evitar la propagación del mismo.

A continuación se muestra el contenido del plan de prevención de incendio propuesto para el mercado municipal.

#### **3.2.1. Elementos que lo componen**

Para efectuar el plan de prevención de incendios en el mercado municipal, se propone lo siguiente:

- Mostrar a los trabajadores y usuarios los conceptos más importantes sobre incendios
- Colocar extintores adecuados
- Colocar hidrantes
- Realizar salidas y rutas de emergencia
- Realizar técnicas de evacuación
- Realizar señalización cromática
- Realizar brigada de emergencia
- Realizar capacitación a los empleados sobre el uso de los equipos
- Educar a los empleados con respecto a los riesgos

### **3.2.2. Métodos de extinción del fuego**

A continuación se presentan los métodos de extinción del fuego con el fin de que el personal del mercado tenga un conocimiento más amplio sobre como extinguir el fuego.

#### **3.2.2.1. Eliminación del material combustibles**

Es bastante efectiva, pero a veces no es práctica ni posible. En el caso de los líquidos, se puede cerrar la fuente que provee del líquido, o quitar partes no quemadas, o impregnadas de líquido derramado. Otra forma es la dilución del líquido que está ardiendo, normalmente se hace con agua, siempre y cuando el líquido sea soluble en agua. Los líquidos que no son solubles, pueden ser diluidos con un agente que produce una emulsión (suspensión dentro de otro líquido) al mezclarse con la capa superior del líquido inflamable con el fin de detener la vaporización. Las espumas y otros agentes que actúan sobre superficies pueden contener los vapores inflamables y así eliminar combustible de áreas de combustión.

### **3.2.2.2. Enfriamiento**

Un método ampliamente usado en la extinción de incendios es el enfriamiento o inmersión. El control de temperatura involucra la absorción de calor que resulta en el enfriamiento del combustible hasta un punto en que cesa de librar la cantidad necesaria de vapores para mantener una mezcla inflamable. De todos los agentes extintores, el agua absorbe más calor por volumen que cualquier otro agente.

### **3.2.2.3. Eliminación del oxígeno**

El proceso de sofocar o cubrir extinguirá los incendios al separar el oxígeno de los otros elementos que causan el fuego. Como ejemplo está el tirar un chorro de neblina a un cuarto donde hay fuego, esto creará vapor que obligará a salir al oxígeno, haciendo una concentración muy baja y extinguiendo las llamas. Hay excepciones como los materiales que tienen su propia fuente de oxígeno y en estos casos es muy difícil sofocarlos, requiriéndole un método especial de extinción o control.

## **3.2.3. Implementación de la seguridad operativa**

A continuación se muestra la implementación para la seguridad operativa en el mercado municipal.

### **3.2.3.1. Eliminación de causas de incendios**

La mayoría de las causas de incendios se dan por el factor humano, y estas son las causas que se van a poder eliminar, pero es muy importante



mencionar que no se podrán eliminar en un 100 por ciento, ya que aquí puede participar también la naturaleza.

### **3.2.3.2. Educación de trabajadores con respecto a riesgos**

Es muy importante hacer una conciencia en los trabajadores del mercado, sobre el peligro que se puede correr en los siguientes aspectos:

- Líquidos inflamables

Es importante educar a los trabajadores del mercado en cuanto a los peligros relacionados con incendio, que pueden provocar los líquidos inflamables, por tal razón es conveniente que se les capacite en cuanto a la utilización y manipulación de esto.

- Fumar

Está claro que dentro de las instalaciones del mercado debe estar prohibida la práctica de fumar, y que debe de estar señalizada su prohibición, ya que las consecuencias que pueden traer los restos de un cigarro que haya sido mal apagado pueden significar el inicio de un incendio.

- Reglamento

Es necesario que los trabajadores respeten las normas y reglamentos con respecto a seguridad contra incendios.

### **3.2.4. Equipo contra incendio**

En este caso, el equipo contra incendio propuesto es: extinguidores, hidrantes y mangueras. Se dará la forma de una distribución adecuada, de acuerdo a las necesidades que se presentan.

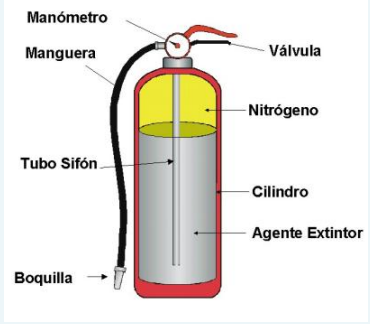
#### **3.2.4.1. Extinguidores**

A continuación se presenta la propuesta de los extinguidores a colocar en el mercado municipal; en la figura 29, se puede visualizar el plano del área de distribución propuesta.

El extinguidor es un aparato portátil, que sirve para apagar un incendio o principio de fuego; éste equipo está diseñado para eliminar el oxígeno o disminuir la temperatura del material incendiado. El tiempo máximo que debe permanecer un extinguidor, sin ser recargado es un año, pues el contenido tiene una vida limitada, en cuanto a su efectividad, un extinguidor puede pesar de cinco a veinte libras.

El extintor está compuesto por cuatro partes:

Tabla XXV. Partes del extintor

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Un cilindro, que contiene el producto químico a presión.</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Una válvula, que regula la salida del producto.</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Una manguera, que permite ubicar la aplicación.</b></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Un manómetro, que indica la presión del contenido.</b></li> </ul>	

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.4.1.1. Elección del agente extintor

Debido a los materiales que se encuentran en el mercado municipal (sección 3.1.1.7.) se propone utilizar extinguidor de polvo químico seco (extinguidor tipo ABC). La tabla XXVI muestra que el agente extintor más apto a utilizar en el mercado es el polvo químico seco, ya que este se utiliza para combatir fuegos de clase A, clase B y clase C. Este tipo de extintor se conoce como multi-propósito o universal; y se utiliza para apagar todo tipo de incendios, por lo que una persona que no conozca el origen del fuego puede usarlos indistintamente.

Tabla XXVI. **Elección del agente extintor respecto a la clase de fuego**

TIPO DE EXTINTOR	CLASES DE FUEGO			
	A	B	C	D
De agua pulverizada	XXX	XXX	No	No
De agua a Chorro	XX	No	No	No
De espuma	XX	XX	No	No
De polvo químico seco	XX	XXX	XX	No
De polvo polivalente	XX	XX	XX	No
De polvo especial	No	No	No	X
De anhídrido carbónico	X	XX	No	No
De hidrocarburos Aleanados	X	XX	X	No
Específico para fuego de metales	No	No	No	X
XXX Excelente, XX Bueno, X Aceptable Espacios en Negro, No aceptable				

Fuente: reglamento de instalaciones de protección contra incendio.

La distribución para la colocación de los extintores propuesta en el mercado municipal es la siguiente:

- Área de tiendas  
1 extintor de polvo químico seco ABC
  
- Área de carnicería  
1 extintor de polvo químico seco ABC
  
- Área de frutas y hortalizas  
1 extintor de polvo químico seco ABC

- Área de comida  
1 extintor de polvo químico seco ABC
- Oficina administración  
1 extintor de polvo químico seco ABC.

### 3.2.4.1.2. Cómo se usa un extintor

El usuario de un extintor de incendios, para conseguir una utilización del mismo, debe tener en cuenta que su duración es aproximadamente de 8 a 60 segundos según tipo y capacidad del extintor, tendría que haber sido formado previamente sobre los conocimientos básicos del fuego y de forma completa lo más práctica posible, sobre las instrucciones de funcionamiento, los peligros de utilización y las reglas concretas de uso de cada extintor. En la tabla XXVII, se muestran los pasos de cómo utilizar el extintor.

Tabla XXVII. **Pasos para usar el extintor**

a)	Descolgar el extintor agarrándolo por la maneta o asa fija que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.
b)	En caso de que el extintor posea manguera, agarrarla por la boquilla para evitar la salida incontrolada del agente extintor.
c)	Comprobar en caso de que exista válvula o disco de seguridad que estén en posición sin peligro de proyección de fluido hacia el usuario.
d)	Quitar el pasador de seguridad tirando de su anillo.

Continuación tabla XXVII.

e)	Acercarse al fuego dejando como mínimo un metro de distancia hasta él. En caso de espacios abiertos acercarse en la dirección del viento.
f)	Apretar la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.
g)	Dirigir el chorro a la base de las llamas.
h)	En el caso de incendios de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar el derrame incontrolado del producto en combustión. Avanzar gradualmente desde los extremos.

Fuente: seguridad industrial, un enfoque integral.

#### **3.2.4.2. Hidrantes y mangueras**

El tipo de manguera que se propone instalar dentro del edificio debe de ser de una longitud de 100 pies (aproximadamente 30 metros), lo que permitirá ser usada en casi cualquier parte del mercado municipal, el lugar propuesto para la colocación del hidrante se muestra en la figura 30. Es necesario que cada cierto tiempo se re realice una prueba hidrostática, la cual consiste en someterla a una presión determinada para verificar que no se encuentre dañada y no presente problemas cuando sea necesario usarla.

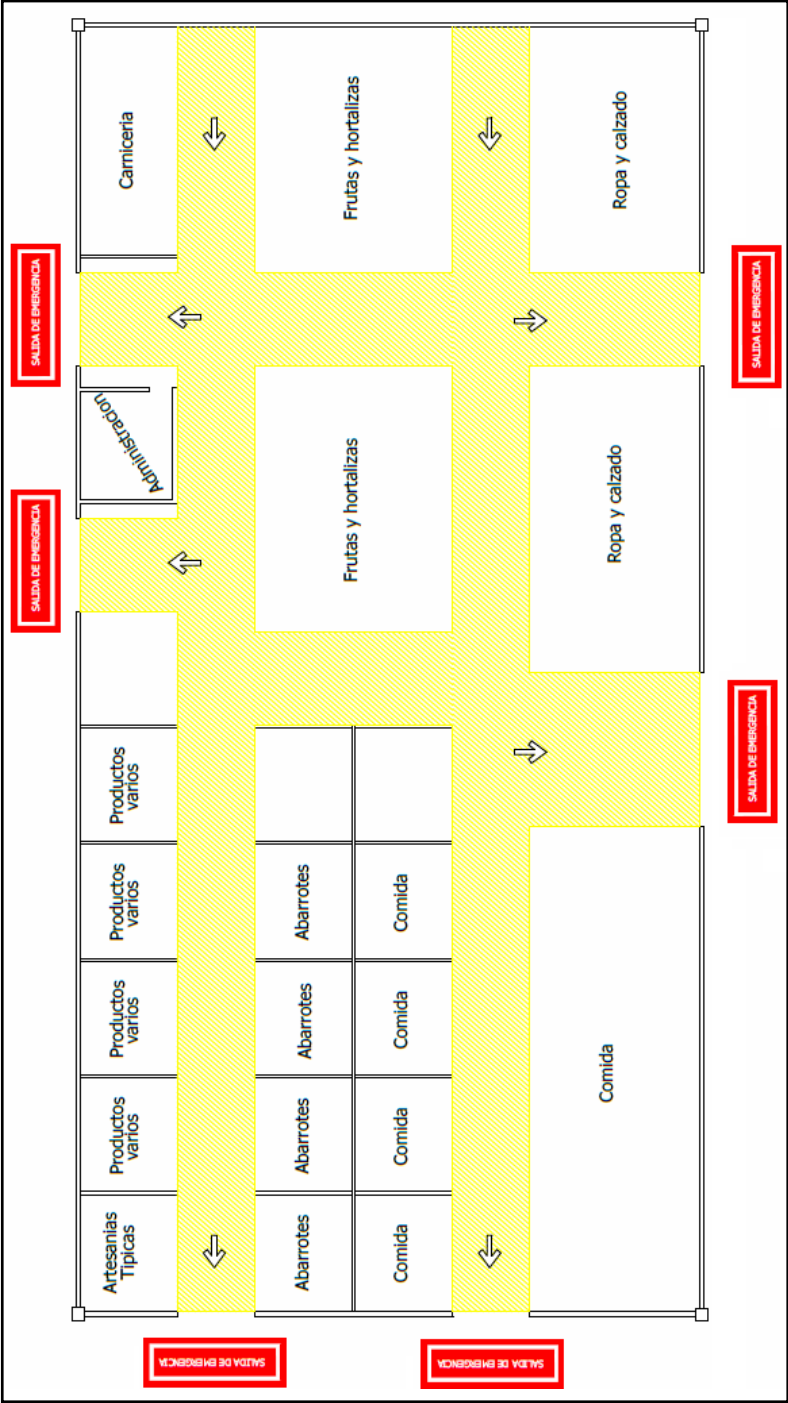
Los hidrantes son dispositivos para ataque de incendios, que está compuesto por una manguera, una válvula de control y una boquilla en el extremo de la manguera para graduar el tipo de chorro, ya sea directo o en forma de abanico.

El hidrante se utiliza para apagar un fuego de dimensiones grandes, cuando los extinguidores no tienen la capacidad suficiente para poder apagarlos.

### **3.2.5. Rutas de evacuación y salidas de emergencia**

Las rutas de evacuación y salidas de emergencia que se proponen para el mercado municipal de Estanzuela, se pueden observar en el siguiente plano (figura 29).

Figura 29. Rutas de evacuación y salidas de emergencia



Fuente: elaboración propia.



### **3.2.6. Señalización cromática**

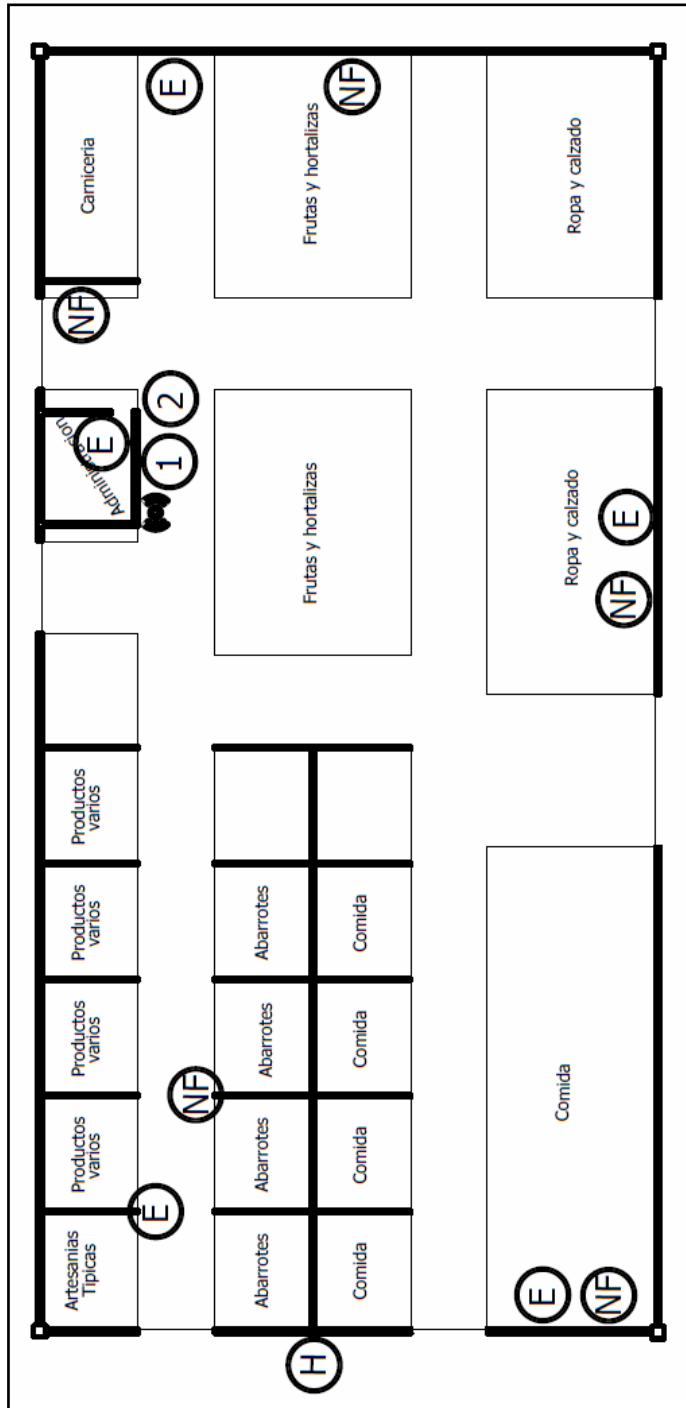
En todo edificio se debe de señalar todos los riesgos de incendio que existen en la misma, así como los equipos contra incendios, rutas y salidas de evacuación. En el mercado municipal es necesario colocar la siguiente señalización:

- Avisos de no fumar
- Avisos de material inflamable y explosivo
- Señalización de rutas de evacuación
- Señalización de salidas de emergencia
- Señalización de alarma sonora
- Señalización de ubicación de extintores
- Señalización de hidrantes
- Señalización informativa
  - Hacer sonar la alarma en caso de incendio
  - En caso de incendio llamar a los bomberos voluntarios 7933-5481.

La señalización cromática es la señalización a base de colores, formas y símbolos representativos de seguridad, con el propósito de lograr una estandarización y uniformidad de la señalización que permita a las personas, mayor familiaridad con los símbolos representativos de seguridad, con base a las normativas internacionales existentes y así fomentar la cultura en prevención de desastres.








A continuación se muestra el plano de la distribución de la señalización cromática propuesta (figura 30 y 31).

Figura 30. Señalización cromática



Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Cuadro de simbología de la señalización cromática**

CUADRO DE SEÑALIZACION			
SIMBOLOGIA	SEÑALIZACION	SIMBOLOGIA	SEÑALIZACION
Ⓔ		①	
Ⓔ		②	
Ⓕ			

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.7. Plan piloto para evacuación del personal del mercado municipal

Todo edificio, está expuesto a amenazas de origen natural, o causadas por la mano del hombre que, en ciertas circunstancias, pueden generar situaciones de emergencia. La planificación y la organización deben orientarse a minimizar los daños a personas y bienes que una catástrofe puede ocasionar.

El mercado debe contar con un plan que permita a todo el personal estar capacitado para enfrentar la situación de emergencia en coordinación con los entes externos de asistencia. Este plan debe estar diseñado para proveer:

- Una clara delegación de responsabilidades para cada individuo de la dependencia involucrada
- Personal adecuado para el desarrollo efectivo y rápido de funciones
- Entrenamiento del personal para obtener la eficiencia adecuada y necesaria
- Activación inmediata de cada fase del plan cuando se requiera, sin necesidad de la espera de órdenes o instrucciones

Para programar simulacros de evacuación por incendio, es necesario que exista una brigada de emergencia, la cual debe estar capacitada para apagar el fuego con el equipo contra incendio, dirigir al personal por las rutas de evacuación y prestar los primeros auxilios. Además, la ruta de evacuación debe estar debidamente señalizada.

Los pasos a seguir para la evacuación del mercado son los siguientes:

Tabla XXVIII. **Pasos a seguir para evacuar el mercado**

a)	Hacer sonar la alarma cuando se produce el incendio
b)	La brigada atenderá inmediatamente la emergencia y procederá a girar instrucciones de evacuación, viendo la posibilidad de contrarrestar el fuego. Además informará a los Bomberos Voluntarios

Continuación tabla XXVIII.

c)	Los usuarios evacuan de manera ordenada hacia la ruta más directa y despejada en condiciones de ser transitada
d)	Se debe instruir al personal que evite detenerse para recoger objetos personales, lo cual puede obstruir el paso al resto de personas
e)	El personal de la brigada inspeccionará que no hayan quedado personas rezagadas (siempre y cuando el tipo de siniestro lo permita)
f)	Al estar totalmente evacuado el edificio, es necesario que el personal de brigada efectúe un recuento de las personas para confirmar que se encuentren todos fuera del mismo

Fuente: seguridad industrial, un enfoque integral.

### **3.2.7.1. Variables a controlar**

Es importante realizar un simulacro de evacuación en el mercado, ya que este proporciona información que podrá ser utilizada para mejorar dicho plan.

- Reacciones de las personas

Se debe observar si las personas siguen la ruta establecida de acuerdo con la señalización instalada y atiende las instrucciones del personal encargado de la evacuación. Además debe realizarse con la seriedad del caso.

- Utilización de equipo

Se debe de capacitar a los trabajadores y usuarios sobre cómo utilizar correctamente el equipo y brindar información general sobre conceptos básicos.

- Seguimiento de señalización e instrucciones

Se deben instalar señales, con las siguientes características: rotulo con flecha blanca sobre fondo verde con la palabra ruta de evacuación a una altura de 1,50 metros, que dirige hacia la puerta de salida y rotulo con las palabras, salida de emergencia, escritas en blanco sobre fondo rojo, señalizando la puerta de salida de emergencia.

Las personas, al ser evacuadas, deben ser coordinadas por el personal que ya tiene conocimiento anticipado de las rutas de evacuación.

- Tiempo de evacuación

Se deben realizar simulacros para tener un tiempo promedio de la evacuación del mercado municipal.

- Tiempo de respuesta de los bomberos

El tiempo estimado de respuesta de los bomberos voluntarios es de 5 a 10 minutos ya que se encuentran en el centro del casco urbano del municipio de Estanzuela, Zacapa (ver figura 27).

- Equipo utilizado por bomberos

El equipo utilizado por los bomberos en un edificio de este tipo, dependiendo de la magnitud del siniestro puede ser: ambulancia, motobomba, mangueras, extinguidores, hachas, equipo de oxígeno y traje especial contra incendio.





## **4. FASE DE DOCENCIA**

En este capítulo se presentan las capacitaciones propuestas y realizadas de los temas presentados en los capítulos 2 y 3.

### **4.1. Capacitación mercado municipal de Estanzuela, Zacapa**

A continuación se presenta la propuesta de capacitación para el programa de prevención de incendios del mercado municipal de Estanzuela.

#### **4.1.1. Capacitación de los trabajadores en cuanto al uso de equipos**

La capacitación debe ser impartida a los trabajadores y vendedores, por personal especializado en cada una de las áreas. Las áreas que deben ser enfocadas para la capacitación, son las siguientes:

- Uso y manejo de equipo contra incendio

Debe consistir en teoría y práctica. El contenido de la teoría debe ser: tipos de fuego, contenido del extinguidor, diferentes tipos de extinguidor para diferentes tipos de fuego, hidrantes, señalización cromática. La parte práctica debe consistir en saber determinar el extinguidor a utilizar, cómo atacar el fuego, formas de utilizar el extinguidor.

- Conocimiento de plan de evacuación

Definitivamente deberá existir un plan para evacuar el mercado municipal en caso se produzca un incendio; esto se podrá dar después de que se realice una señalización adecuada de la ruta de salida, así también como esta se encuentre totalmente despejada.

- Capacitación de la brigada de emergencia

Una brigada de emergencia es un grupo de trabajadores encargados de la seguridad en cuanto a incendios dentro del mercado. Dicha brigada debe de ser capacitada por personal especializado. Las funciones principales de la brigada de emergencia son:

Tabla XXIX. **Funciones principales de la brigada de emergencia**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportar acciones negligentes por parte de los trabajadores y usuarios, que puedan ocasionar un incendio.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tener identificados en un 100 por ciento la localización de hidrantes, flipones, extinguidores y salidas de emergencia.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la localización, instalación y manejo del hidrante.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acudir al llamado inmediatamente, en caso de incendio.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la magnitud del siniestro, para decidir si pide ayuda a los bomberos.</li> </ul>

Continuación tabla XXIX.

<ul style="list-style-type: none"><li>• Si decide que puede controlar la situación en el mercado, debe seguir las normas establecidas para combatir el fuego.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Informar a los administradores del mercado, si ocurriera el incendio en ausencia de ellos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer las salidas de emergencia de cada área, las cuales deben de estar perfectamente señalizadas.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Encargarse de dirigir la evacuación ordenada del personal hacia el área de parqueo.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar que los trabajadores y usuarios hayan salido del área de riesgo.</li></ul>

Fuente: seguridad industrial, un enfoque integral.

#### **4.1.2. Capacitación de la brigada de emergencia**

La capacitación de la brigada de emergencia debe realizarse en forma periódica, tratando de mostrarle a cada miembro de la misma como debe de actuar en determinada situación.

La capacitación debe de formar una conciencia en el trabajador para que tome una actitud positiva hacia el mejor desempeño de sus actividades cotidianas.

Un curso de capacitación debe de cumplir las siguientes áreas:

- Relaciones humanas
- Combustión
- Extintores
- Hidrantes
- Equipos de respiración.

#### **4.1.3. Capacitación de los trabajadores en cuanto a señalización cromática**

A los trabajadores del mercado se les debe de impartir capacitación sobre señalización, para que ellos puedan familiarizarse con los símbolos representativos de seguridad, con base a las normativas internacionales existentes y así fomentar la cultura en prevención de desastres.

El curso debe de incluir lo siguiente:

- Clasificación

Se basa en el significado siguiente:

- Señales informativas

Son las que se utilizan para guiar al usuario y proporcionar ciertas recomendaciones que se deben observar.

- Señales preventivas

Son las que tienen por objeto advertir al usuario de la existencia y naturaleza de un riesgo.

- Señales prohibitivas o restrictivas

Son las que se tienen por objeto indicar las acciones que no se deben ejecutar.

- Señales de obligación

Son las que se utilizan para imponer la ejecución de una acción determinada, a partir del lugar en donde se encuentra la señal y el momento de visualizarla.

Para que las señales y avisos sean entendibles y persevere su función de información, prevención, prohibición, obligación, y se mantenga la uniformidad en la simbología, se debe tomar en cuenta:

- Entendibles para cualquier persona
- Evitar el uso de textos extensos
- Evitar el exceso de señales
- Realizar permanentemente simulaciones y simulacros
- Significado de los colores de seguridad

En la siguiente tabla se muestra el significado de los colores de seguridad.

Tabla XXX. **Significado de los colores de seguridad**

<b>Rojo</b>	Alto, Prohibición. Identifica equipo contra incendio
<b>Amarillo</b>	Precaución, Riesgo
<b>Verde</b>	Condición Segura Primeros auxilios
<b>Azul</b>	Obligación Información

Fuente: seguridad industrial, un enfoque integral.

- Colores de contraste

En la siguiente tabla se muestran los colores de contraste para los colores de seguridad mencionados anteriormente.

Tabla XXXI. **Colores de contraste**

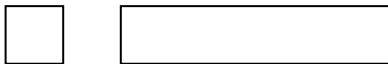
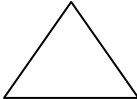
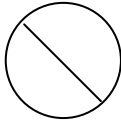
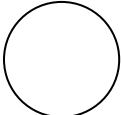
<b>Colores de seguridad</b>	<b>Color de contraste</b>
Rojo	Blanco
Amarillo	Negro
Verde	Blanco
Azul	Blanco

Fuente: seguridad industrial, un enfoque integral.

- Formas geométricas

A continuación se muestra la forma geométrica para cada tipo de señal y su significado.

Tabla XXXII. **Formas geométricas**

<b>Señal de</b>	<b>Forma Geométrica</b>	<b>Significado</b>
Información		Proporciona Información
Prevención		Advierte un peligro
Prohibición		Prohíbe una acción susceptible de provocar un riesgo
Obligación		Exige una acción determinada

Fuente: seguridad industrial, un enfoque integral.

#### **4.1.4. Capacitación de los trabajadores en cuanto a técnicas de evacuación**

Capacitar a los trabajadores del mercado, en cuanto a técnicas de evacuación, esta capacitación debe ser impartida por personal capacitado, y que se derive de un estudio arquitectónico de las instalaciones, debiendo considerar la distribución de ambientes, el mapa de riesgos, y que las puertas y pasillos cumplan con las especificaciones técnicas establecidas en estándares y códigos de seguridad.

Para garantizar la total, rápida y segura evacuación de las instalaciones del mercado, la evacuación en caso de incendio será dirigida por la brigada de emergencia.

La capacitación sobre técnicas de evacuación debe incluir aspectos importantes tales como:

- Un plan de acción de emergencia.
  - Como evacuar el edificio.
  - Plan de acción de emergencia.
  - El plan debe tener información sobre la evacuación del edificio, incluyendo quien está encargado de dirigir la evacuación.
  - Las rutas de escape primarias y secundarias deben estar indicadas para cada área del edificio.
  - La brigada de emergencia debe tener responsabilidades específicas tales como verificar que todos los trabajadores y usuarios hayan sido evacuados.
  - A los trabajadores o vendedores con problemas médicos tales como enfermedades del corazón o epilepsia, se les debe de asignar un líder de emergencia que debe llevarlos a un lugar seguro.
- Como evacuar el edificio

Hacer sonar la alarma a la hora de un incendio; la brigada de emergencia debe de girar instrucciones de evacuación en el momento de escuchar la alarma, y debe de evaluar la posibilidad de apagar el fuego, así mismo avisar a los bomberos.

Los trabajadores deben de evacuar el edificio de forma ordenada hacia la ruta más despejada y directa, si es necesario mantenerse cerca al piso para evitar el humo y los gases tóxicos. El mejor aire se encuentra cerca del piso.



Una vez afuera es necesario que la brigada de emergencia realice un recuento del personal para verificar que estén todos a salvo.

#### **4.1.5. Medidas de seguridad en caso de incendio**

A continuación se presentan las medidas preventivas propuesta para el mercado municipal en caso de incendio, y, como actuar durante y después de un incendio.

- Medidas preventivas
  - Esté siempre alerta. La mejor manera de evitar los incendios, es la prevención.
  - Procure no almacenar productos inflamables.
  - No haga demasiadas conexiones en contactos múltiples, para evitar la sobre carga de los circuitos eléctricos. Redistribuya los aparatos o instale circuitos adicionales.
  - Por ningún motivo moje sus instalaciones eléctricas. Recuerde que el agua es buen conductor de la electricidad.
  - Todo contacto o interruptor debe de tener siempre su tapa debidamente aislada.
  - Antes de salir del mercado revise que los aparatos eléctricos estén apagados o perfectamente desconectados y revise que las llaves de la estufa estén cerradas.

- Después de usar cerillos, asegúrese de que han quedado apagados.
- Mantenga fuera del alcance de los niños cerillos, encendedores y toda clase de material inflamable. No deje que jueguen junto a la estufa ni les pida que cuiden flamas y objetos calientes.
- Guarde los líquidos inflamables en recipientes cerrados y sitios ventilados.
- Revise periódicamente que los tanques, tuberías, mangueras y accesorios del gas estén en buenas condiciones; coloque agua con jabón en las uniones para verificar que no existan fugas. En caso de encontrar alguna, repórtela a quien le surte el gas.
- Cierre las llaves de gas y desconecte la energía eléctrica.
- Tenga a la mano los teléfonos de los Bomberos y Brigadas de Rescate.
- Recuerde: las tragedias ocurren cuando falla la prevención.
- Como actuar durante el incendio
  - Conserve la calma: no grite, no corra, no empuje. Puede provocar un pánico generalizado. A veces este tipo de situaciones causan más muertes que el mismo incendio.
  - Busque el extintor más cercano y trate de combatir el fuego.

- Si no sabe manejar el extintor, busque a alguien que pueda hacerlo por usted.
- Si el fuego es de origen eléctrico no intente apagarlo con agua.
- Cierre puertas y ventanas para evitar que el fuego se extienda, a menos que éstas sean sus únicas vías de escape.
- Si la puerta es la única salida, verifique que la chapa no esté caliente antes de abrirla; si lo está, lo más probable es que haya fuego al otro lado de ella, no la abra.
- En caso de que el fuego obstruya las salidas, no se desespere y colóquese en el sitio más seguro. Espere a ser rescatado.
- Si hay humo colóquese lo más cerca posible del piso y desplácese a gatas. Tápese la nariz y la boca con un trapo, de ser posible húmedo.
- Si se incendia su ropa, no corra: tírese al piso y ruede lentamente. De ser posible cúbrase con una manta para apagar el fuego.
- No pierda el tiempo buscando objetos personales.
- En el momento de la evacuación siga las instrucciones del personal especializado.
- Ayude a salir a los niños, ancianos y minusválidos.

¡Tenga presente que el pánico es su peor enemigo!

- Qué hacer después de un incendio
  - Retírese del área incendiada porque el fuego puede reavivarse.
  - No interfiera con las actividades de los bomberos y rescatistas.

#### **4.1.6. Capacitaciones realizadas en el mercado municipal**

Se capacito a los trabajadores y vendedores del mercado municipal sobre el programa de prevención de incendios propuesto en el capítulo 3 y 4.1, con la ayuda de los bomberos voluntarios de Estanzuela, Zacapa; los temas de la capacitación fueron los siguientes:

- Uso y manejo de equipo contra incendio

Se capacito sobre el correcto uso de los extintores, en la figura 32 se puede observar cuando la capacitación estaba siendo impartida por los bomberos voluntarios del municipio de Estanzuela, Zacapa. En la figura 33 y 34, se muestra el trifoliar entregado en la capacitación, donde se pueden observar los pasos para utilizar un extintor.

Figura 32. **Capacitación mercado municipal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 33. Trifoliar programa de prevención de incendios, página 1

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS**

*-Eliminación de causas de incendios*  
La mayoría de las causas de incendios se dan por el factor humano, y estas son las causas que se van a poder eliminar, pero es muy importante mencionar que no se podrán eliminar en un 100%, ya que aquí puede participar también la naturaleza.

*-Educatión de trabajadores con respecto a los riesgos*  
Es muy importante hacer una conciencia en los trabajadores del mercado, sobre el peligro que se puede correr en los siguientes aspectos:

**Líquidos inflamables.** Es importante educar a los trabajadores en cuanto a los peligros relacionados con incendio, que pueden provocar los líquidos inflamables, por tal razón es conveniente que se les capacite en cuanto a la utilización y manipulación de esto.

**Fumar.** Está claro que dentro de las instalaciones del mercado debe estar prohibida la práctica de fumar, y que debe de estar señalizada su prohibición, ya que las consecuencias que pueden traer los restos de un cigarro que haya sido mal apagado puede significar el inicio de un incendio.

**Reglamento.** Es necesario que los trabajadores respeten las normas y reglamentos con respecto a seguridad contra incendios.

**NUMEROS DE EMERGENCIA**

**MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA**  
TEL: 7933-5808

**BOMBEROS VOLUNTARIOS**  
TEL: 7933-5481

**PNC ESTANZUELA**  
TEL: 2279-6985




**MERCADO MUNICIPAL Estanzuela, Zacapa**




EP S Ingeniería  
Mecánica Industrial  
Enick Arreaza

**MERCADO MUNICIPAL ESTANZUELA, ZACAPA**

**PLAN DE CONTINGENCIAS (Plan contra incendios)**




**La prevención es más importante, que la respuesta a accidentes con fuego.**

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. Trifoliar programa de prevención de incendios, página 2

## PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS



¿Cómo se usa un extintor?

Descolgar el extintor agarrándolo por la maneta o asa fija que disponga y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.

En caso de que el extintor posea manguera, agarrarla por la boquilla para evitar la salida incontrolada del agente extintor. En caso de que el extintor fuese de CO2 llevar cuidado especial de agarrar la boquilla por la parte aislada destinada para ello y no dirigirla hacia las personas.

Comprobar en caso de que exista válvula o disco de seguridad que estén en posición sin peligro de proyección de fluido hacia el usuario.

Quitar el pasador de seguridad tirando de su anillo.

Acercarse al fuego dejando como mínimo un metro de distancia hasta él. En caso de espejos abiertos acercarse en la dirección del viento.

Aprieta la maneta y, en caso de que exista, apretar la palanca de accionamiento de la boquilla. Realizar una pequeña descarga de comprobación de salida del agente extintor.

Dirigir el chorro a la base de las llamas.

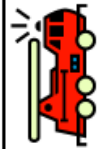

En el caso de incendios de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido horizontal y evitando que la propia presión de impulsión pueda provocar el derrame incontrolado del producto en combustión. Avanzar gradualmente desde los extremos.

Funciones principales de la brigada de emergencia:

- Reportar acciones negligentes por parte de los trabajadores y usuarios, que puedan ocasionar un incendio.
- Tener identificados en un 100% la localización de hidrantes, fipones, extinguidores y salidas de emergencia.
- Conocer la localización, instalación y manejo de la bomba que alimenta la red de hidrantes.
- Acudir al llamado inmediatamente, en caso de incendio.
- Evaluar la magnitud del siniestro, para decidir si pide ayuda a los bomberos.
- Si decide que puede controlar la situación en el mercado, debe seguir las normas establecidas para combatir el fuego.
- Informar a los administradores del mercado, si ocurriera el incendio en ausencia de ellos.
- Conocer las salidas de emergencia de cada área, las cuales deben de estar perfectamente señalizadas.
- Encargarse de dirigir la evacuación ordenada del personal hacia el área de parqueo.
- Verificar que los trabajadores y usuarios hayan salido del área de riesgo.

Pasos a seguir para la evacuación del mercado en caso de incendio:

- Hacer sonar la alarma cuando se produce el incendio.
- La brigada atenderá inmediatamente la emergencia y procederá a girar instrucciones de evacuación, viendo la posibilidad de contrarrestar el fuego. Además informará a los Bomberos Voluntarios.
- Los usuarios evacúan de manera ordenada hacia la ruta más directa y despejada en condiciones de ser transitada.
- Se debe instruir al personal que evite detenerse para recoger objetos personales, lo cual puede obstruir el paso al resto de personas.
- El personal de la brigada inspeccionará que no hayan quedado personas rezagadas (siempre y cuando el tipo de siniestro lo permita).
- Al estar totalmente evacuado el edificio, es necesario que el personal de brigada efectúe un recuento de las personas para confirmar que se encuentran todos fuera del mismo.

Fuente: elaboración propia.

- Rutas de evacuación y salidas de emergencia

En la figura 35 y 36 se puede ver la capacitación realizada a los trabajadores y vendedores del mercado municipal, sobre las rutas de evacuación y salidas de emergencia propuestas en el capítulo 3. En la figura 34, se puede observar el trifoliar entregado en la capacitación, donde muestra los pasos a seguir para la evacuación del mercado.

Figura 35. **Capacitación rutas y salidas de emergencia**



Fuente: mercado municipal.



Figura 36. **Capacitación rutas y salidas de emergencia**



Fuente: mercado municipal.

- **Conceptos básicos sobre incendio**

En la figura 37 y 38, se puede observar el trifoliar entregado en la capacitación sobre el programa de prevención de incendios propuesto, donde se describen los conceptos básicos sobre incendio.

Figura 37. Trifoliar conceptos básicos del plan contra incendio, página 1

**NUMEROS DE EMERGENCIA**

**MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA**  
TEL:7933-5808

**BOMBEROS VOLUNTARIOS**  
TEL:7933-5481

**PNC ESTANZUELA**  
TEL:2279-6985

**MERCADO MUNICIPAL**  
**ESTANZUELA, ZACAPA**

**PLAN DE CONTINGENCIAS**  
**(Plan contra incendios)**  
Conceptos



La prevención es más importante, que la respuesta a accidentes con fuego.

**MERCADO MUNICIPAL**  
**Estanzuela, Zacapa**



EP S Ingeniería  
Mecánica Industrial  
Erick Arreaza

**-Significado de los colores de seguridad**

Rojo	Alto, Prohibición, Identifica equipo contra incendio
Amarillo	Precaución, Riesgo
Verde	Condición Segura Primeros auxilios
Azul	Obligación Información

**-Formas geométricas**


Forma de Información	Forma Geométrica	Significado
Información	<input type="checkbox"/>	Proporciona Información
Prohibición	<input type="checkbox"/>	Advierte un peligro
Prohibido	<input type="checkbox"/>	Prohibe una acción voluntaria que provoque un riesgo
Obligación	<input type="checkbox"/>	Exige una acción determinada




Fuente: elaboración propia.

Figura 38. Trifoliar conceptos básicos del plan contra incendio, página 2

## PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE INCENDIOS



**Incendios**  
Se ha comprobado que basta con la unión de tres elementos básicos, juntos en el momento adecuado y en cantidades proporcionales para que surja el fuego. Dichos elementos son:



**Extintor**  
Es un aparato portátil, que sirve para apagar un incendio o principio de fuego.

**-Extintor tipo A, B, C**  
Este extintor se conoce como **multi-propósito** o **universal**; y se utiliza para apagar todo tipo de incendios, por lo que una persona que no conozca el origen del fuego puede usarlos indistintamente.

**Elementos que lo componen:**


- Extintores adecuados
- Hidrantes
- Salidas de emergencia
- Rutas de evacuación
- Técnicas de evacuación
- Señalización cromática
- Brigada de emergencia
- Bodegas de inflamables
- Capacitación a los empleados sobre el uso de los equipos
- Educación de los empleados con respecto a los riesgos

**Señalización cromática**  
Es la señalización a base de colores, formas y símbolos representativos de seguridad, con el propósito de lograr una estandarización y uniformidad de la señalización que permita a las personas, mayor familiaridad con los símbolos representativos de seguridad.

**Brigada de emergencia**  
Es un grupo de trabajadores encargados de la seguridad en cuanto a incendios; dicha brigada debe de ser capacitada por personal especializado.

**Extintor tipo A**  
Este tipo de extintor contiene agua, y se utiliza para incendio Tipo A, en el que el material combustible puede ser, papel, cartón, madera, tela, etc.

**Hidrante**  
Es un dispositivo para ataque de incendios, que está compuesto por una manguera, una válvula de control y una boquilla en el extremo de la manguera para graduar el tipo de chorro, ya sea directo o en forma de abanico.




**-Extintor tipo B**  
Es aquel que contiene polvo químico seco, dióxido de carbono, es útil para combatir incendios originados por combustibles inflamables.

**Clasificación de los extintores**

**Brigada de emergencia**  
Es un grupo de trabajadores encargados de la seguridad en cuanto a incendios; dicha brigada debe de ser capacitada por personal especializado.

**-Extintor tipo C**  
Está cargado con materiales no conductores tales como, el dióxido de carbono, el químico seco común, y se utiliza para apagar fuegos provocados por equipos eléctricos energizados, tales como electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles y herramientas eléctricas.



Fuente: elaboración propia.

- Medidas preventivas en caso de incendio

Se realizó un tríptico sobre las medidas de seguridad en caso de incendio propuestas en la sección 4.1.5. (Ver figura 39 y 40); el cual fue entregado en la capacitación realizada en el mercado municipal con la ayuda de los bomberos voluntarios de Estanduela, Zacapa (ver figura 41).

Figura 39. Trifoliar medidas de seguridad en caso de incendio, página 1

➤ Si se incendia su ropa, no corra: tírese al piso y ruede lentamente. De ser posible cúbrase con una manta para apagar el fuego.

➤ No pierda el tiempo buscando objetos personales.

➤ En el momento de la evacuación siga las instrucciones del personal especializado.

➤ Ayude a salir a los niños, ancianos y minusválidos.

¡Tenga presente que el pánico es su peor enemigo!

**QUE HACER DESPUES DE UN INCENDIO**

➤ Retírese del área incendiada porque el fuego puede reavivarse.

➤ No interfiera con las actividades de los bomberos y rescatistas.

**NUMEROS DE EMERGENCIA**

**MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA**  
TEL:7933-5808

**BOMBEROS VOLUNTARIOS**  
TEL:7933-5481

**PNC ESTANZUELA**  
TEL:2279-6985

**MERCADO MUNICIPAL ESTANZUELA, ZACAPA**

**MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO**



La prevención es más importante, que la respuesta a accidentes con fuego.

**MERCADO MUNICIPAL Estanzuela, Zacapa**







EP S Ingeniería Mecánica Industrial  
Erick Arreaza

Fuente: elaboración propia.

Figura 40. Trifoliar medidas de seguridad en caso de incendio, página 2

## MEDIDAS DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Esté siempre alerta. La mejor manera de evitar los incendios, es la **prevención**.
- Procure no almacenar productos inflamables.
- No haga demasiadas conexiones en contactos múltiples, para evitar la sobrecarga de los circuitos eléctricos. Redistribuya los aparatos o instale circuitos adicionales.
- Por ningún motivo moje sus instalaciones eléctricas. Recuerde que el agua es buen conductor de la electricidad.
- Todo contacto o interruptor debe tener siempre su tapa debidamente aislada.
- Antes de salir del mercado revise que los aparatos eléctricos estén apagados o perfectamente desconectados y revise que las llaves de la estufa estén cerradas.
- Después de usar cerillos, asegúrese de que han quedado apagados.

### COMO ACTUAR DUARANTE EL INCENDIO

- Conserve la calma: no grite, no corra, no empuje. Puede provocar un pánico generalizado. A veces este tipo de situaciones causan más muertes que el mismo incendio.
- Busque el extintor más cercano y trate de combatir el fuego.
- Si no sabe manejar el extintor, busque a alguien que pueda hacerlo por usted.
- **Si el fuego es de origen eléctrico no intente apagarlo con agua.**
- Cierre puertas y ventanas para evitar que el fuego se extienda, a menos que éstas sean sus únicas vías de escape.
- Si la puerta es la única salida, verifique que la chapa no esté caliente antes de abrirla; si lo está, lo más probable es que haya fuego al otro lado de ella, **No la Abra.**
- En caso de que el fuego obstruya las salidas, no se desespera y colóquese en el sitio más seguro. Espere a ser rescatado.
- Si hay humo colóquese lo más cerca posible del piso y despiácese "a gatas". Tápese la nariz y la boca con un trapo, de ser posible húmedo.

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Entrega de trifoliales**



Fuente: mercado municipal.

#### **4.2. Capacitación personal del equipo de bombeo de agua potable**

A continuación se presenta la capacitación realizada al personal técnico que opera el equipo de bombeo, sobre el programa de mantenimiento planteado en el casco urbano de Estanduela, Zacapa.

##### **4.2.1. Capacitación mantenimiento**

A los técnicos encargados del equipo de bombeo se les debe impartir capacitaciones periódicas sobre el programa de mantenimiento propuesto en el capítulo 2. La capacitación debe de crear una conciencia en el trabajador para que tome una actitud positiva hacia el mejor desempeño de sus actividades.

Al personal técnico del equipo de bombeo, se le capacito con la ayuda del ingeniero mecánico Emilio Talé. En esta capacitación se impartieron temas importantes como:

- Tipos de equipos de bombeo y su teoría necesaria
- Puntos básicos que debe conocer y supervisar el personal de operación
- Programa de mantenimiento mensual, semestral y anual
- Fichas de control.

En la figura 42 y 43, se puede observar la capacitación realizada sobre el mantenimiento del equipo de bombeo de agua potable en el casco urbano de Estandzuela, Zacapa.

Figura 42. **Capacitación sobre mantenimiento del equipo**



Fuente: área de bombas.



Figura 43. **Capacitación mantenimiento del equipo**



Fuente: área de bombas.

#### **4.2.2. Capacitación equipo de protección personal**

Capacitación a los empleados que tienen que hacer uso del equipo de protección personal donde se impartieron los siguientes temas:

- Usar adecuadamente el equipo de protección personal
- Saber cuándo es necesario el equipo de protección personal
- Ponerse, ajustarse, usar y quitarse el equipo de protección personal
- Mantener el equipo de protección personal en buen estado.

### 4.2.3. Capacitación fichas de control

Es de gran importancia que el personal del equipo de bombeo posea fichas de control para que exista una correcta operación de este. Las fichas de control se presentaron en el capítulo 2.

Al personal técnico del equipo de bombeo se le capacito sobre el correcto uso de las fichas de control propuestas para el equipo de bombeo de agua potable (sección 2.2.2.4).

En la figura 44, se puede observar la fotografía de la capacitación que se realizó sobre el correcto uso de las fichas de control, con el fin de que el personal técnico tenga el conocimiento de cómo utilizarlas.

Figura 44. **Capacitación fichas de control del equipo**



Fuente: área de bombas.

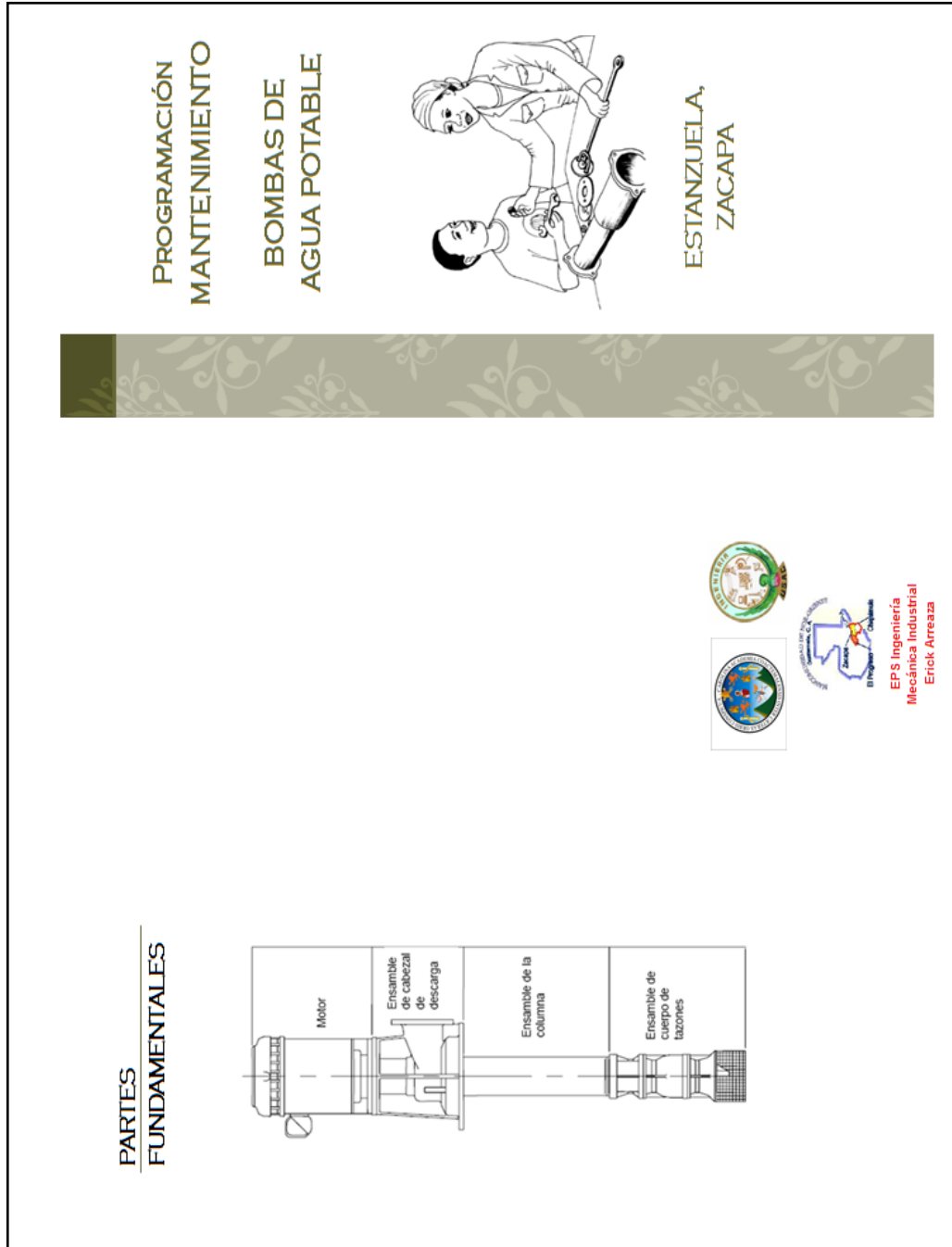
Figura 45. **Capacitación**



Fuente: área de bombas.

En la figura 46 y figura 47, se puede observar el trifoliar que se realizó y se entregó en la capacitación, donde se especifica el programa de mantenimiento para las bombas de agua potable, propuesto en el capítulo 2.

Figura 46. Trifoliar programa de mantenimiento, página 1



Fuente: elaboración propia.

Figura 47. Trifoliar programa de mantenimiento, página 2

**PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO**

Actividad a realizar	Mensual	Semestral	Anual
<b>Motor</b>			
Inspección y limpieza	X		
Comprobación nivel del aceite	X		
Comprobación conexiones eléctricas	X		
Aplicación antioxidante a pernos	X		
Comprobación de fugas cierre mecánico y estopa	X		
Comprobación fugas entre bridas	X		
Comprobación fugas de aceite	X		
Comprobación intensidad de cada fase	X		
Comprobación del giro del motor	X		
Comprobación apriete de pernos		X	
Apriete prensa estopas		X	
Cambio del aceite de los rodamientos			X
Cambio de empaquetadura			X
Ajustar el juego axial			X
Comprobación de vibraciones			X
Revisión pintura			X
<b>Panel Eléctrico</b>			
Limpieza general	X		
Comprobación estado de los fusibles	X		
Comprobación tensión de alimentación	X		
Comprobación funcionamiento del contador	X		
Comprobación aislamiento eléctrico	X		
Inspección cableado interior	X		
Limpieza caja de fusibles	X		
Comprobación conexión a tierra	X		
Inspección pintura			X

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. El equipo de bombeo de agua potable en el casco urbano de Estanzuela, se encuentra en malas condiciones, ya que no le realizan ningún tipo de mantenimiento y no se le tiene ningún control; por lo cual se propuso un programa de mantenimiento, fichas de control para tener un registro de lo realizado, seguridad perimetral para que el equipo de bombeo se encuentre en un área más segura y el equipo de protección personal necesario para proteger a los empleados en el lugar de trabajo.
2. El programa de mantenimiento efectuado indica las actividades con sus respectivas descripciones para realizar el mantenimiento, las herramientas y equipo necesario para efectuarlo, la programación del mantenimiento que se ejecutará de manera mensual, semestral y anual, fichas de control y los puntos básicos que debe conocer y supervisar el personal de operación del equipo de bombeo; esto será de gran utilidad, ya que reducirá la probabilidad de falla, la suspensión del servicio de agua potable a la comunidad y aumentara la vida útil del equipo de bombeo.
3. Se realizaron capacitaciones al personal del equipo de bombeo, sobre temas como: implementación del programa de mantenimiento, correcta utilización de las fichas de control y el uso adecuado del equipo de protección personal. Con estas capacitaciones se busca mejorar conocimientos, habilidades, actitudes y conductas al personal técnico encargado del equipo de bombeo; lo cual conservará los equipos en óptimas condiciones de servicio y disminuirá accidentes laborales.

4. Actualmente el mercado municipal de Estanzuela, no cuenta con un plan contra incendio, por lo cual se desarrolló un programa de prevención de incendios que especifica cada uno de los elementos importantes para prevenir un incendio: extintores, hidrantes, rutas y salidas de emergencia, técnicas de evacuación, señalización cromática y la creación de la brigada de emergencia. Para una buena prevención y control de incendios es necesario estar capacitando constantemente a los trabajadores del mercado municipal de Estanzuela y estar implementando todas las medidas de prevención y control propuestas, para que los incendios no ocasionen grandes pérdidas.



## RECOMENDACIONES

Al Alcalde Municipal.

1. Implementar el programa de mantenimiento para el equipo de bombeo de agua potable de cada pozo instalado en el municipio.
2. Realizar la seguridad perimetral para el equipo de bombeo de agua potable.
3. Realizar el plan contra incendio para el mercado municipal.

Al Jefe de Servicios Públicos.

4. Implementar, verificar y modificar el programa de mantenimiento de acuerdo a las experiencias y sucesos que se presenten y registren a través del tiempo en las fichas de control, para mejorarlo y adecuarlo.
5. Crear de una brigada de emergencia en el mercado municipal.
6. Instalar y señalizar en lo que respecta al equipo contra incendio propuesto, rutas y salidas de emergencia, avisos de no fumar, hidrantes, alarma sonora y señales informativas en el mercado municipal.
7. Capacitar constantemente a los trabajadores y vendedores del mercado municipal en el uso del equipo contra incendio, señalización y técnicas de evacuación.

8. Ejecutar el plan de evacuación, efectuar simulacros periódicamente en el mercado municipal y crear una cultura en los aspectos de seguridad contra incendio basada en la participación directa de los trabajadores y usuarios del mercado municipal.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ÁVILA PINZÓN, Martín. *Seguridad operativa en la superintendencia de administración tributaria edificio del ministro de finanzas públicas*. Trabajo de graduación Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2000. 68 p.
2. EMERSON. *Manual de instalación y mantenimiento de motores verticales*. México: US Motors, 2006. 44 p.
3. Hoja de datos OSHA, *Equipo de protección personal*, Departamento del Trabajo de Estados Unidos, 2010. 12 p.
4. KOONTZ Harol ; WEHRICH Heinz. *Administración una perspectiva global*. 12 ed. McGraw-Hill, 2005. 804 p. ISBN: 9701039491
5. RAMÍREZ, Cesar. *Seguridad industrial. Un enfoque integral*. 2a ed. México: Limusa, 2005. 508 p. ISBN 9681836564
6. UNATSABAR. *Guía para la construcción de estaciones de bombeo de agua potable*, Lima: UNATSABAR, 2005. 36 p.